



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS (HEMOGRAMAS)
EN EQUINOS CLÍNICAMENTE SANOS A 2800 MSNM EN LA UNIDAD DE
EQUITACIÓN Y REMONTA DE LA POLICÍA NACIONAL (UER).

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos
establecidos para optar por el título de
Médico Veterinario y Zootecnista

Profesor Guía
Dr. Joar García

Autor
Christian Fernando Paredes Barros

Año
2012

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Dr. Joar García
Médico Veterinario y Zootecnista
170865547-5

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Christian Fernando Paredes Barros

171608139-1

AGRADECIMIENTO

A dios, quien me ilumina, me guía y da fuerzas cada día. A mis padres, quienes forjaron mi vida y me permiten cumplir mis sueños más anhelados. A mis hermanos, que han sido un ejemplo a seguir y que han estado junto a mí apoyándome y estrechándome la mano. A todas esas personas que confiaron en mí y que contribuyeron con su granito de arena para la elaboración de este trabajo. Un agradecimiento especial a la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional y a todos y cada uno de sus miembros que la conforman.

Christian Fernando Paredes Barros

DEDICATORIA

Con mucho amor, este trabajo lo dedico a mis queridos padres Marco Vinicio Paredes Mateus y Laura Aguedita Barros Velásquez. A mis preciados hermanos que los quiero mucho Gabriela y Marco.

Gratamente y con mucho respeto debo dedicar este esfuerzo a esos nobles animales que me han enseñado inconmensurablemente, por los que día a día lucho y no me rindo, por los que siento dedicación y pasión “Los Caballos”.

Christian Fernando Paredes Barros

RESUMEN

La determinación de parámetros hematológicos de referencia para equinos ubicados a 2800 msnm en la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional (UER), es un trabajo sin duda experimental con fines de investigación, que busca presentar valores hematológicos referenciales, normales y exclusivos para la institución a partir de hemogramas procedentes de animales clínicamente sanos previamente seleccionados en la misma. Esto permitirá manipular tan valiosa herramienta en el juzgamiento de la salud y bienestar de los equinos de la UER e indirectamente de aras o criaderos que presenten similitud tanto en el manejo zootécnico y clínico como también en características ambientales presentes en la unidad experimental.

Es importante aclarar que la investigación permitirá obtener resultados que en lo posible se encontraran enmarcados dentro de los rangos normales que demanda la especie e incluso la raza, permitiendo así a la vez poder realizar un análisis comparativo en relación a datos referenciales utilizados generalmente en el diagnóstico clínico de estos, y así poder demostrar la posibilidad de encontrar sesgos entre los parámetros dictados por la investigación y los referenciales genéricos utilizados comúnmente.

Por otro lado se pretende dar un enfoque que permita al médico veterinario manejar los resultados de una manera técnica y segura con el fin de que se pueda juzgar con mayor certeza la condición e integridad del equino y ante situaciones adversas poder actuar a tiempo y con métodos específicos promoviendo de esta manera la salud y bienestar animal a través de buenas prácticas profesionales sustentadas en datos científicos.

ABSTRACT

Determining equine hematologic reference values at 2800 mosl, at “Unidad de Equitacion y Remonta de la Policia Nacional”, is, without a doubt, an experimental investigative research looking to stablish normal and exclusives parameters from blood count of clinically healthy animals previously selected. This will allow to manipulate such a valuable tool in the judgment of health and well being of equines at UER and indirectly, those of breeders which present similarities in clinical and zootechnical procedures, as well as environmental factors present at the experimental site.

It is important to point out that this investigation will help obtain results, that will be found within the normal ranges that the species demand and even the breed, allowing to do a comparative analysis relation to the referenced data used generally in it's clinical diagnostic. This way being able to show the posibilidad of finding variations between the parameters dictated by the investigation and the generic used commonly.

Is also intended to focus to allow the veterinary doctor to manipulate the result in safety and tecnical way in order to evaluate with more confiability the condition and integritie of the equine and to face adverse situations for taking action on time, considering specific methodology and prioritizing animal health and well being through appropriate profesional practices supported on scientific data.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO I.....	6
1. GENERALIDADES.....	6
1.1 El caballo actual en el Ecuador.....	6
1.2 La Medicina en los Equinos	7
CAPÍTULO II.....	9
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Diagnóstico clínico como herramienta de trabajo.....	9
2.2 Pruebas de laboratorio.....	10
2.3 Hemograma (Biometría Hemática).....	12
2.4 Aparato Cardiovascular.....	14

2.4.1	Sistema Hematopoyético.....	15
2.5	Citología Hemática.....	15
2.5.1	Glóbulos rojos (serie roja).....	16
2.5.2	Glóbulos blancos (serie blanca).....	32
2.5.4	Proteínas Sanguíneas	53
CAPÍTULO III		57
3. MATERIALES Y MÉTODOS		57
3.1	Ubicación e Infraestructura de la zona de estudio.....	57
3.1.1	Fase de Campo	57
3.1.2	Fase de Laboratorio.....	57
3.2	Materiales y Equipos.....	58
3.2.1	Materiales biológicos	58
3.2.2	Materiales de campo	59
3.2.3	Materiales de laboratorio	60
3.2.4	Materiales y suministros de oficina	62
3.3	Método.....	62
3.3.1	Fase de Diagnostico y Selección.....	62
3.3.2	Fase de Campo	63
3.3.3	Fase de Laboratorio.....	65
3.3.4	Interpretación de Resultados.....	65

CAPÍTULO IV	66
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
4.1 Análisis y discusión de los resultados del hemograma.....	66
4.1.1 Serie Roja.....	66
4.1.2 Serie Blanca	69
4.1.3 Plaquetas.....	72
4.1.4 Proteínas Totales Y Fibrinógeno Plasmático	74
CAPÍTULO V	76
5. CONCLUSIONES	76
CAPÍTULO VI	79
6. RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS	81
ANEXOS	83

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Hasta el momento en el Ecuador el desarrollo investigativo en el campo de la medicina y zootecnia equina no ha tenido grandes avances que permitan establecer parámetros propios de manejo zootécnico y primordialmente esquemas de desarrollo netamente médicos, por lo cual cabe recalcar que hasta el día de hoy son escasos los estudios hechos en este campo, siendo uno de estos el realizado en el año 2007 por la MVZ. Cristina Saltos Jaramillo, la misma que elaboró un estudio enfocado al análisis de los “Efectos de la centrifugación en la motilidad espermática del semen equino refrigerado”. Por otro lado en el año 2009 el ahora Ingeniero Jorge Eduardo Larrea Izurieta, realizó un estudio sobre la “Caracterización fenotípica y sistemas de producción de una manada de caballos criollos en la comunidad de Atillo en el Cantón Guamote”.

Finalmente, uno de los trabajos más reconocidos y que mayor aproximación y similitud muestra con el presente estudio, fue realizado igualmente en el año 2009 por parte de la MVZ. Diana Fernández y Tania Villagran, las mismas que realizaron una investigación para la “Determinación de valores de referencia de gases sanguíneos en sangre arterial y venosa en equinos aparentemente sanos a 2550 msnm”.

El progreso investigativo y mejoramiento en las técnicas y procesos médicos dentro de la medicina veterinaria, son aspectos que poco han sido tomados con interés por parte de muchos profesionales en nuestro país, provocándose así un efecto negativo al momento del desempeño laboral en el cuidado médico de los animales. La determinación de parámetros hematológicos en este caso de equinos propios de la zona, es un aporte de tipo permanente, con tal magnitud que permitirá esquematizar tablas estandarizadas de uso médico con fines analíticos y comparativos en relación a otros animales que requieran de un

chequeo médico por alguna circunstancia. A partir de esto desde el punto de vista profesional, el médico veterinario podrá demostrar mayor eficiencia y eficacia frente a los distintos casos en el desempeño médico laboral, los cuales repercutirán también en la optimización económica de recursos por parte de los propietarios de caballos o instituciones dedicadas a la manutención de equinos, sin dejar de lado los óptimos resultados en la valoración, prevención y tratamiento de patologías que afectan a estos animales.

Dentro de los parámetros que tienen mayor importancia en el momento de juzgar la salud e integridad de un equino, son sin duda los obtenidos mediante examen hematológico (hemograma, química sanguínea y serología), destacando entre ellos al análisis y estudio del hemograma, motivo principal de esta investigación, anticipando que los demás parámetros también son indispensables para este juzgamiento. Dichos parámetros hematológicos suelen establecerse naturalmente dependiendo de muchos factores como lo plantean algunos profesionales de nuestro país como es el caso del Tnte. Dr. Fernando Navarrete quien explica que los valores hematológicos son referenciales de acuerdo a la zona donde habitan (ubicación geográfica - altitud, clima, etc.), a la raza que pertenecen y al lineamiento o fin zootécnico que tenga el ejemplar (Paredes, C. comunicación personal, 21 de Abril de 2011). Esto sin duda tiene mucha relación con lo que dice Curtis que se refiere a la adaptación de un individuo a su entorno de vida tanto natural como adquirido (Curtis. 2009, pp. 375-384). Por tanto es necesario en nuestra zona determinar parámetros estandarizados de carácter cuantitativo y cualitativo de los elementos formes que incluyen el líquido sanguíneo en los equinos, a partir de los cuales se pueda tomar referencia y utilizarlos con la finalidad de poder llegar a diagnósticos más certeros evitando así la presencia de sesgos en la determinación e identificación de animales sanos y enfermos.

JUSTIFICACIÓN

Es importante tomar en cuenta que los conocimientos formativos de la medicina veterinaria son la base estructural del desempeño profesional lo cual se verá reflejado en resultados, los mismos que están directamente relacionados con el proceso de valoración y estructuración de la información obtenida del paciente previo a la toma de decisiones del médico (Kelly, 1972, p. prólogo).

Por consiguiente al determinar parámetros hematológicos propios de la zona, que expresen la realidad de los equinos en el país, a diferencia de los analizados comúnmente en tablas proyectadas para otras regiones y países, hace al diagnóstico clínico una herramienta más sensible y específica, pudiendo así desenmascarar posibles alteraciones en la fisiología normal de un equino que pueden ir desde una simple anemia regenerativa hasta posibles trastornos neoplásicos degenerativos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hasta el momento en el Ecuador el desarrollo investigativo en el campo de la medicina y zootecnia equina no ha tenido grandes avances que permitan establecer parámetros propios de manejo zootécnico y primordialmente esquemas de desarrollo netamente médicos, por lo cual cabe recalcar que hasta el momento no se han realizado muchas investigaciones y/o proyectos que tengan como propósito establecer parámetros fisiológicos referenciales del caballo en el Ecuador, para que estos permitan realizar una buena valoración, diagnóstico y tratamiento de posibles patologías que se presentan en los equinos.

A partir de esta observación y haciendo referencia a lo antes indicado por el Tnte. Dr. Fernando Navarrete, existe la necesidad de establecer en la zona parámetros estandarizados y referenciales de carácter cuantitativo y cualitativo,

en este caso de los elementos formes que incluyen el líquido sanguíneo en los equinos, a partir de los cuales se pueda tomar referencia y de ahí poder llegar a diagnósticos más certeros evitando así la presencia de sesgos en la apreciación de animales sanos y enfermos. Por tal motivo uno de los sitios de relevancia de estudio y lugar de desarrollo de la investigación es la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional (UER) ubicada en la Parroquia de Tambillo, Provincia de Pichincha aproximadamente a una altitud de 2800 msnm; esta área permitirá abarcar una zona amplia de la región sierra que presenta características topográficas semejantes, en donde se da también la crianza y tenencia de caballos, por lo que dichos estándares establecidos en este lugar podrían ser utilizados por muchos profesionales y dueños de animales de la zona.

La UER cuenta con instalaciones y personal especializado para realizar un buen manejo, cuidado, crianza y reproducción de caballos destinados a cubrir con las demandas públicas del país.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar los parámetros hematológicos en hemogramas de equinos clínicamente sanos a 2800 msnm en la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional (UER).

Objetivos Específicos

- Manejar un cronograma de actividades y protocolo adecuado ya establecido para la toma y recolección de muestras de sangre de los distintos equinos que forman parte de la población experimental a investigar en la U.E.R.
- Evaluar y analizar los resultados hematológicos obtenidos del laboratorio en relación a factores extrínsecos e intrínsecos (Altitud – Edad) con el fin de que los resultados concluyentes sean más específicos y certeros.
- Determinar los parámetros hematológicos en equinos clínicamente sanos, los cuales servirán de referencia para la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 El caballo actual en el Ecuador

No existe mucha información detallada sobre el progreso e historia del caballo en el Ecuador, aunque según varias investigaciones se indica que los caballos criollos asentados en esta región hace muchos años atrás, han venido siendo remplazados cada vez con más fuerza por nuevas razas equinas introducidas. Dicho suceso se ve argumentado en que estas nuevas razas presentan características que muchos de los profesionales y criadores de caballo en la zona demandan, en su gran mayoría debido al ambiente por el cual está cruzando el área ecuestre en la región o el mundo (Larrea, 2010, pp. 48). A partir de esta situación la crianza y tenencia de caballos en el país cada vez mas ha ido tomando vuelo, lo cual se ve reflejado en la demanda que tiene el Ecuador a través de las importaciones de caballos desde países como Argentina, Chile, Colombia y Perú.

Sin duda, por otro lado el interés por parte de los profesionales veterinarios ha encarrilado este progreso masivo de los equinos en el país, debido a los numerosos problemas y ocurrencias que han venido dándose en torno al cuidado y salud de estos animales.

A partir de estas situaciones, el estado ecuatoriano a través del Instituto Nacional de estadísticas y Censos (INEC), en las últimas décadas ha colaborado con datos e información que indican la distribución y cantidad total de caballos en nuestro territorio, siendo el estudio más actual el realizado en el año 2008, que indica una población total de caballos en el Ecuador de 363.886 animales sin incluir asnos (145.139) y mulas (119.929).

1.2 La Medicina en los Equinos

Desde tiempos remotos, los caballos han sido reconocidos por sus grandes habilidades atléticas y sobre todo por su capacidad de trabajo, que sin duda le ha permitido alcanzar reconocimientos propios y a su vez grandes logros para la humanidad. Por tal motivo, científicos especializados en equinos han venido trabajando por más de un siglo atrás en la documentación y evaluación de las bases fisiológicas necesarias que hacen de este animal un verdadero modelo a seguir, con el propósito de implementar un enfoque integral para dilucidar el mecanismo mediante el cual los caballos trabajan, compiten o realizan las diversas actividades recreacionales que la sociedad contemporánea los ha impuesto (Hinchcliff, Kaneps, Geor y Bayly, 2007, p. prólogo).

Todos estos estudios e información recopilada durante los años, han permitido a muchos profesionales y criadores de caballos entender que el rendimiento de los equinos está determinado por varios procesos biológicos, los cuales son muy complejos y están interrelacionados; llevando a estos personajes a profundizar cada vez más los estudios e investigaciones que permitan aclarar los principios de las enfermedades o el desarrollo de problemas, enfocando a los mecanismos fisiopatológicos básicos subyacentes al desarrollo de varias enfermedades del equino. Por tal situación en los últimos años se ha atestiguado la continua evolución y desarrollo de la medicina interna equina como una especialidad que va tomando fuerza dentro de la veterinaria, debiéndose posiblemente a la progresiva globalización de la sociedad mundial y al fuerte movimiento internacional de los caballos que ha generado un incremento en las necesidades de mejorar los procesos con respecto a los cuidados veterinarios y a la evaluación de los caballos enfermos.

De esta manera, varios profesionales han optado por incluirse en sofisticados programas de entrenamiento y especialización con la finalidad de crear ventajas y buenos resultados en el desempeño profesional y sobre todo servir como unidades científicas que provean de nueva información, y

consecuentemente creando un mayor desarrollo de esta disciplina desafiante y de una complejidad en aumento: la medicina interna equina (Reed, Bayly y Sellon, 2005, p. prólogo).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Diagnóstico clínico como herramienta de trabajo

El diagnóstico clínico es una herramienta práctica que tiene la intención de replantear un escenario de análisis y estudio médico a partir de la información que se requiere u obtenga al utilizar esta herramienta con el fin de lograr establecer el estado de salud de uno o varios individuos que estén implicados o a su vez reconocer la calidad de manejo al que estos están sometidos.

Sin duda, el diagnóstico clínico considera como punto definitivo el llegar a determinar la presentación o no de un problema específico y un tentativo pronóstico del estado del paciente, a partir del cual se llevará a cabo un plan terapéutico que permitirá en lo posible atenuar o eliminar dicho problema. Sin embargo, cabe indicar que la base para un diagnóstico certero se ve precedido por una buena anamnesis, buen examen físico clínico y buena recopilación de información extra que contribuya al caso (Exámenes de laboratorio).

En lo que respecta a la recolección de información remitida por el examen clínico, es importante que esta vaya dirigida o enfocada al problema principal, que de manera objetiva lo determina el médico veterinario y/o de manera subjetiva es presentado por el propietario (Smith, 2010, p. 15).

Referente a la recolección de datos a través de la anamnesis, debe realizarse un estudio ordenado y metódico que permita presentar de forma esquemática la situación del equino, tomando en cuenta factores reproductivos, nutricionales, alimenticios e higiénico – sanitarios, incluyendo a su vez información referente al entorno en el que se encuentra el animal y posibles tratamientos farmacológicos que se le ha pre medicado, ya que es posible que se pueda enmascarar afecciones (cólicos, fracturas, etc.).

En lo que concierne a la exploración física del equino, estará sujeta al medio en donde se realiza el abordaje (campo – hospital), siendo esta una limitante en ocasiones debido al carácter temperamental del paciente, mientras que por otro lado también se ve limitado el chequeo físico por la tenencia o no de equipos e insumos que sirven de apoyo para el médico veterinario (Endoscopia, Equipo de Electro Cardiograma, etc.). Basándose en estos indicios es importante que el abordaje en la exploración comprenda el estudio de todos los órganos, aparatos y sistemas que conforman al individuo, a través de procedimientos técnicos que incluyan la observación, palpación, percusión y auscultación de las estructuras corporales, siendo muy importante en los equinos enfatizar en la evaluación de la condición corporal, postura, movimientos (dinámica) y simetría de sus estructuras.

Posterior a la evaluación clínica ya indicada es recomendable enlistar todos y cada uno de los problemas encontrados a través del chequeo clínico, ya que a partir de esto el médico veterinario decidirá la necesidad de remitir pruebas de laboratorio y gabinete que apoyaran o descartaran un problema y sin duda permitirá obtener un diagnóstico final más certero.

2.2 Pruebas de laboratorio

Como se ha indicado, la calidad de un plan terapéutico se ve fundamentado en un diagnóstico exacto que se relaciona con las buenas prácticas clínicas empleadas previo a este plan (Kraft, 1998, p. 1). Sin embargo, la variabilidad de los resultados en el plan diagnóstico se pondrán en manifiesto de acuerdo a varios factores que básicamente se enmarcan en factores ambientales y los relacionados al tipo de examen que remite el profesional luego de su respectivo chequeo general (Villiers, 2009, p. 15).

De esta manera se puede indicar que las pruebas de laboratorio son un método técnico con bases científicas, en donde intervienen elementos biológicos, químicos y tecnológicos con el fin de obtener información que no puede ser

predicha por el hombre y que requiere de muchos conocimientos y experiencia para su interpretación, siempre y cuando se los analice y relacione al registro clínico del paciente.

Existen discrepancias con respecto a los factores que repercuten sobre la calidad de los resultados obtenidos de pruebas de laboratorio y gabinete, cuyo principio se ve enmarcado en la tetralogía Ambiente – Paciente – Método y Valoración de resultados diagnósticos. Villiers (2009, p. 1), indica que la calidad de una prueba de laboratorio se ve reflejada principalmente por el sitio donde es realizada la prueba (Laboratorios Internos, Externos y de Campo). Partiendo de esto la autora Elizabeth Villiers (2009, p. 2) revela que un análisis en conjunto de los resultados procedentes de estas tres áreas, permitirán obtener mayor precisión diagnóstica y credibilidad profesional al momento de juzgar la integridad del paciente. No obstante la misma autora hace hincapié en las posibles alteraciones de los resultados provocados por un mal manejo y manipulación de las muestras problema, por lo que recomienda instruir a los encargados de la recolección y transporte de muestras para que cumplan los protocolos y normas ya establecidos para esta actividad.

Helmut Kraft (1998, pp. 2-3) por otro lado, argumenta que la fiabilidad de una prueba diagnóstica se sustenta en los términos de precisión, sensibilidad y especificidad frente a un patrón clínico, por lo que cabe reiterar que la interpretación del registro clínico del paciente por parte del médico veterinario es decisivo al momento de la selección del examen y prueba de laboratorio y/o gabinete a realizar.

Es imposible pensar que dentro de las pruebas de laboratorio exista un método o examen que permita valorar en primer plano el estado general del animal, incluyendo todo su sistema y así encontrar específicamente el problema, por tal motivo existe una gama de pruebas tanto generales como especiales que pueden ser utilizadas de acuerdo a los requerimientos del caso y al sistema, aparato o materia prima involucrada. Sin embargo, haciendo referencia a la

fisiología médica es necesario indicar que no existe en el organismo ningún tejido con tantas funciones fisiológicas como el tejido sanguíneo, debido a su interacción natural con los aparatos y sistemas que conforman el organismo del animal. Por tal motivo es comprensible que la mayor parte de las determinaciones analíticas del laboratorio clínico se realicen en sangre total, plasma sanguíneo o suero como parte de la materia prima (Kraft, 1998, p. 9).

Dentro de los exámenes de análisis hematológico, se encuentran pruebas de valoración cuantitativa y cualitativa cuyo principio puede provenir de un procesamiento físico – químico y serológico a partir de la materia prima ya descrita y con la ayuda de métodos y equipos especializados para este propósito tanto manuales como electrónicos.

2.3 Hemograma (Biometría Hemática)

Con el paso del tiempo dentro de la practica medica, se ha observado que la evaluación tanto del hemograma como de otras pruebas diagnósticas (Bioquímica plasmática o sérica), han sido de mucha utilidad para la determinación del estado de salud o la función de varios aparatos corporales, especialmente de caballos deportivos debido a que dichos exámenes son muy significativos al momento de valorar el estado de entrenamiento y el potencial rendimiento de los equinos. Sin embargo es importante tomar en cuenta que existe un amplio rango de variación en los valores de los constituyentes de la sangre, no solo debido a los factores extrínsecos antes descritos sino también a factores propios del individuo dependiendo entre otras cosas del reposo, el ejercicio y sobre todo el estado de entrenamiento al cual está sujeto el animal (Hinchcliff, Kaneps, Geor & Bayly, W, 2007, p. xx). Por tal motivo es de suma importancia que el Médico Veterinario se encuentre muy bien capacitado y con los suficientes conocimientos que le permitan reconocer los principios y funciones de cada técnica diagnóstica en relación a las posibles variantes que están sujetas al individuo en estudio. Uno de estos métodos o herramientas diagnósticas es el hemograma, el cual se define como un método de análisis

sistémico que se encarga de estudiar de manera cualitativa y cuantitativa todos los elementos formes que se encuentran en el fluido sanguíneo, tanto en estado fisiológico como patológico.

El examen cuantitativo hace referencia a la determinación de los valores como es el recuento total de eritrocitos (RBC), porcentual de hematocrito (Hto), concentración de hemoglobina (Hb), recuento total y/o diferencial de leucocitos y recuento plaquetario, sin dejar de lado la evaluación del volumen corpuscular medio (MCV) de los eritrocitos, la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC) y la medición de proteínas totales (PT). Por otro lado el examen cualitativo se encarga del análisis y detección de cambios en la morfología celular a través de extensiones generalmente (Villiers, 2009, p. 33).

Para la obtención de los resultados hematológicos en hemogramas se puede aplicar métodos manuales a través de técnicas que se sustentan en la utilización de materiales y reactivos específicos para la valoración de las muestras, donde el laboratorista encargado de procesarlas juega un papel elemental al momento de juzgar e interpretar las mismas por lo que es necesario contar con profesionales de vasta experiencia y conocimientos. Sin embargo existen también equipos analíticos electrónicos que permiten determinar cantidades y cualidades de las células sanguíneas y demás componentes, por medio de técnicas automatizadas como la citometría de flujo y la impedancia, siendo el equipo hematológico de Impedancia (Mindray BC-2800 VET) base para el análisis de las muestras en el presente trabajo investigativo.

Independiente del método y técnica utilizados para la realización y obtención del hemograma, es sumamente importante que tanto el médico veterinario como el laboratorista estén capacitados y tengan los conocimientos necesarios en lo referente a las características cuantitativas, cualitativas y funcionales de los componentes celulares sanguíneos, con el propósito de categorizar cada

uno de estos elementos y así diferenciar un proceso fisiológico normal de un estadio patológico en uno o varios individuos.

2.4 Aparato Cardiovascular

El aparato cardiovascular se considera como uno de los componentes más esenciales del organismo, debido al compromiso que tiene con el organismo en general. Dicho aparato está conformado básicamente por el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre (flujo), los cuales en conjunto tienen como propósito servir de vehículo y transporte para elementos formes (células) y demás componentes que interactúan en el metabolismo y fisiología del animal (Cunningham, 2004, pp. 110, 118).

El corazón es el órgano principal del aparato cardiocirculatorio, el cual se caracteriza por ser un órgano musculoso con forma cónica, que está situado en la cavidad torácica ligeramente a la izquierda del plano medio en relación al mediastino y cuya función principal es la de trabajar como una bomba que permite impulsar la sangre desde su ubicación hacia todas las partes del organismo, tanto central como periféricamente. Por otro lado los vasos sanguíneos son estructuras huecas y tubulares que se encargan de vehicular la sangre impulsada por la acción del corazón hacia todas las zonas del organismo pudiendo ser estas vías estructuras de tipo arterial (sangre oxigenada) o venosa (sangre de retorno con CO_2), conectadas entre sí por una micro vascularización de tipo capilar. Finalmente el tercer componente del complejo cardiovascular es la sangre (flujo), la cual se define como una suspensión de células en un líquido denominado plasma sanguíneo y cuya función es de tipo multifactorial debido a los componentes que la conforman, siendo de relevancia su intervención directa en procesos inmunológicos, oxigenación tisular, transporte de nutrientes y sustancias de desecho, actividad en los mecanismos hemostáticos, entre otras (Cunningham, 2004, p. 118).

Debido al amplio margen funcional del componente sanguíneo dentro del organismo del animal se hace necesario conocer todos y cada uno de los elementos esenciales que conforman la sangre, ya que cada componente reacciona de distinta forma en respuesta a un estímulo del organismo, para de esta manera cumplir con una función específica dentro del mismo. Sin duda este análisis llevará a un mejor entendimiento de la fisiología y fisiopatología en la que se ve involucrado todo equino.

2.4.1 Sistema Hematopoyético

El sistema hematopoyético incluye la sangre y los tejidos formadores de sangre del cuerpo (Medula ósea, Bazo, Hígado y Saco Vitelino).

La sangre es un fluido de color rojo, compuesto por plasma y células en suspensión, que circula por las arterias y las venas del organismo de los seres humanos y los animales. Las células de la sangre en especial periférica son esenciales para la oxigenación tisular, la vigilancia inmunológica y el aclaramiento de los antígenos extraños, la coagulación y las reacciones inflamatorias.

Debido a la interacción de la sangre con otros tejidos y órganos corporales, las alteraciones en los parámetros sanguíneos reflejan, a menudo, disfunciones en otra parte del cuerpo, por lo cual la evaluación de la sangre y sus constituyentes se han vuelto un componente esencial en la mayoría de las investigaciones diagnósticas (Reed, Bayly, Sellon, 2005).

2.5 Citología Hemática

En términos generales refiriéndose a los elementos formes, la sangre está constituida por 3 diferentes tipos o series celulares (serie roja, serie blanca y plaquetas), dentro de las cuales se presenta una subclasificación de elementos celulares (analitos) debido a las diversas funciones que estos

cubren fisiológica como patológicamente dentro del organismo (Morales, 2009, pp. 2, 46, 90).

2.5.1 Glóbulos rojos (serie roja)

Tanto los eritrocitos como el tejido eritropoyético de la medula ósea con frecuencia se denominan eritrón, con el fin de enfatizar su funcionalidad como un órgano y así comprender de mejor manera el comportamiento de la serie roja en relación a su lugar de origen.

Los glóbulos rojos en los mamíferos se definen como células anucleadas, de forma bicóncava y que presentan una zona central con aspecto pálido, aunque en los equinos cabe indicar que a diferencia de las otras especies carece de esta zona pálida distintiva. Estas células están estructuralmente conformadas por un estroma que es una red proteica que actúa como citoesqueleto, dándole una alta capacidad de deformabilidad y flexibilidad a la célula. Por otro lado la hemoglobina es el segundo componente de los glóbulos rojos que se define como una proteína formada por 4 subunidades con una molécula de hierro cada una y que tiene como función específica el transporte de oxígeno (Morales, 2009, p. 4).

Tomando en cuenta la estructura de estas células se indica que dentro de las principales funciones de los eritrocitos, está el transporte de oxígeno hacia los tejidos, el transporte de dióxido de carbono hacia los pulmones y la neutralización del ion hidrogeno; estando muy relacionado todo esto con el equilibrio ácido – base a nivel respiratorio y metabólico.

En torno a las células rojas es posible encontrar variaciones con respecto al estadio de maduración, siendo los eritroblastos y los reticulocitos formas inmaduras dentro de este grupo celular y que fisiológicamente no deben sobrepasar sus límites enmarcados por la especie ya que pueden ser característicos de la presencia de patologías (esplecnopatías) y/o

manifestación de signos clínicos como anemia, hemorragias e incluso trastornos proliferativos anormales. Por tanto para una mejor comprensión es necesario hacer un análisis comparativo diferencial entre aspectos intrínsecos de los grupos celulares con el fin de saber diferenciar animales sanos de animales con posibles alteraciones en su salud.

En términos generales, las alteraciones de los eritrocitos se enmarcan en 6 grupos que se basan en el análisis de las características estructurales de estos y de la cuantificación de los mismos, siendo de mucha importancia su estudio debido a que en los equinos existen características relevantes en estas estructuras que son diferenciales en relación a otras especies al momento de juzgar la presencia o no de una alteración en la serie (Morales; 2009, pp. 8, 10, 16, 21, 42).

Alteraciones de distribución

a. Aglutinación (Autoaglutinación)

La aglutinación hace referencia a un “amontonamiento” de glóbulos rojos, que forman así grupos celulares que generalmente presentan una estructura frágil y con alteraciones morfológicas (Poiquilocitos). Este tipo de alteración no se presenta en caballos sanos por lo cual se ha logrado relacionarla con cuadros de anemia hemolítica inmunomediada.

Es necesario tomar en cuenta que se debe diferenciar entre la presencia de aglutinación eritrocitaria y/o la formación de “pilas de monedas” (Rouleaux), ya que existe en los equinos sanos una tendencia a formar este tipo de estructuras, pudiendo ser este el motivo por el cual hay una breve separación del plasma y las células, lo cual genera una rápida sedimentación eritrocitaria (Reed et al., 2005, p. 802).

b. Pilas de Moneda (Formación de Rouleaux)

Se consideran pilas de monedas a la formación de filas de hematíes apilados unos encima de otros.

Como se indicó anteriormente existe una tendencia fisiológica a la formación de estas estructuras en los caballos sanos, siendo un tema de investigación profunda por parte de los científicos médicos y que actualmente lo relacionan con el aumento proteico alimenticio, lo cual provoca cambios en la carga de las membranas de los hematíes, favoreciendo así su agrupación (Morales, 2009, p. 8). De igual forma la presencia exagerada de estas estructuras en la sangre periférica de los caballos está relacionada con cuadros infecciosos, trastornos metabólicos, enfermedades inmunomediadas y enfermedades neoplásicas.

Tomando en cuenta la importancia de la diferenciación de estos dos tipos de alteraciones existe un método sencillo que permite reconocer específicamente el problema, el cual se logra por dilución de una suspensión de eritrocitos con solución salina isotónica, lo que generará la dispersión de las pilas de monedas fácilmente, pero no afecta a la verdadera autoaglutinación (Reed et al., 2005, p. 802).

Alteraciones de coloración

Hace referencia a los cambios en la tonalidad o coloración en la que se presentan los eritrocitos posteriormente a la tinción con un reactivo específico que permita valorar estas características (Romanovsky, Nuevo azul de metileno y Wright).

Dentro de las variantes que se pueden presentar tanto en procesos patológicos como compensatorios se encuentra la Hipocromasia, la policromasia y la anisocromasia, siendo de mucha importancia acotar que en grandes animales especialmente los equinos, el reconocimiento de la hipocromasia es

sumamente complicado, debido al reducido tamaño de los eritrocitos y a la falta o carencia de la zona pálida central en la célula.

a. Hipocromasia

La Hipocromasia se define como “La presencia de glóbulos rojos con menor concentración de hemoglobina, por lo que se tiñen con menor intensidad y poseen una mayor palidez central” (Morales, 2009, p.8). Como se mencionó anteriormente existe mucha dificultad para el reconocimiento de este cuadro hipocrómico en los caballos debido a las características estructurales que estas células presentan, pero sin duda una de las alteraciones que puede conllevar a la presentación de esta alteración es la deficiencia de hierro como suministro alimenticio y/o alteraciones metabólicas, pudiéndose generar así cuadros anémicos que semiológicamente pueden ser motivo para profundizar el estudio y detectar la causa del problema.

b. Policromasia

Es una alteración en la que los glóbulos rojos se presentan inmaduros y más grandes de lo normal, siendo las células que predominan los reticulocitos, lo que genera que al momento de la tinción exista una mayor captación del reactivo debido a la presencia de ribosomas y polirribosomas que provocan un aumento en la coloración basófila (azul) de estas células.

Generalmente la presencia de este tipo de cuadros requiere de un estudio global como se indicó a inicios de este capítulo, por lo cual las posibles causas de esta alteración deben analizarse tanto a nivel de órganos hematopoyéticos como a nivel de circulación central y periférica. Sin embargo se relaciona a estos hallazgos con procesos anómalos en la eritropoyesis (aumentada), pérdidas sanguíneas (hemorragias), enfermedades hemolíticas y fases de remisión de una anemia.

c. Anisocromasia

Son los diferentes grados de coloración observada en los hematíes y que está ligado comúnmente a procesos con deficiencia de hierro en el organismo del animal, siendo de suma importancia realizar un análisis exhaustivo tanto de los compartimentos de almacenamiento de hierro (hígado y bazo) como también de las concentraciones séricas del mismo.

Existe una manera más precisa para detectar la alteración en la concentración de hemoglobina, la cual se basa en la medición a través de cálculos aritméticos de la Concentración Globular Media de Hemoglobina (CGMH), siendo este el índice eritrocitario más preciso que presenta el eritrón. Puede expresarse como porcentaje o en gramos por decilitro:

$$\text{CGMH} = \text{Hb (g/dl)} \times 100 / \text{Ht (\%)} \text{ (Formula 1)}$$

Wittwer (2000), a través de sus investigaciones desarrolladas en Valdivia – Chile considera que los rangos de referencia para el CGMH en caballos sanos es de 320 – 390 g/L, mientras que por otro lado el ISIS (International Species Information System), sugiere rangos de referencia más específicos por edad y sexo (Tabla 1).

Tabla 1

Rangos fisiológicos de referencia para la CGMH según la edad y sexo de los equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	309 - 398	306 - 378	g/L
3 – 20 años	310 - 395	297 - 414	
> 20 años	253 - 531	307 - 465	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Al igual que la CGMH, es posible obtener valores de la concentración total de hemoglobina en sangre a través del equipo hematológico de impedancia, por tal motivo esto permite profundizar con mayor certeza el estudio referente a las alteraciones de coloración que sufren los eritrocitos para de esta manera obtener diagnósticos más precisos.

Los valores de referencia para la concentración de hemoglobina que sugiere Wittwer (2000) en caballos clínicamente sanos es de 112 – 164 g/L mientras que el ISIS (Tabla 2) presenta los siguientes intervalos:

Tabla 2

Rangos fisiológicos de referencia para la concentración de hemoglobina según la edad y sexo de los equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	89 – 161	100 - 163	g/L
3 – 20 años	92 – 170	92 - 177	
> 20 años	73 – 184	89 - 197	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Alteraciones de tamaño

La variación en el tamaño de los eritrocitos es una alteración que se define como Anisocitosis y que se caracteriza por la presencia de hematíes macrocíticos y/o microcíticos entre las células rojas normales.

a. Macrocitos

Son hematíes anormalmente grandes y generalmente policromatófilos, esta alteración está asociada a la presencia de glóbulos rojos inmaduros como son los reticulocitos y que generalmente representan cuadros patológicos o semiológicos de anemia regenerativa y deficiencia de Vitamina B₁₂.

b. Microcitos

Hace referencia a la aparición exagerada de hematíes más pequeños de lo normal, los cuales generalmente se relacionan a procesos anémicos por deficiencia de hierro ó fragmentación y también enfermedades inflamatorias crónicas en el tracto digestivo (Infecciosas, neoplásicas, etc.) (Morales, 2009, p. 20).

El frotis sanguíneo es una de las herramientas más idóneas para el estudio de la alteración en el tamaño de los eritrocitos, aunque con fines diagnósticos se ha incluido a este análisis un sistema de cálculo aritmético (Volumen Globular Medio), que permite complementar los resultados encontrados en el examen manual.

c. Volumen Globular Medio (VGM)

El Volumen globular medio, como se indicó anteriormente es un sistema de cálculo aritmético que refleja el tamaño medio de los eritrocitos y que se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{VGM (fL)} = \text{Ht} \times 10 / \# \text{ eritrocitos (millones}/\mu\text{l)} \text{ (Formula 2)}$$

El incremento o disminución en los resultados de esta ecuación, permiten corroborar el estudio desarrollado en el frotis sanguíneo, relacionando de esta manera un incremento en el VGM con una macrocitosi y viceversa. Por tal motivo la alteración del VGM revela las mismas enfermedades y cambios ya antes expuestos en esta sección (Smith, 2010, pp. 400-401).

Wittwer (2000) a través de sus investigaciones, considera que los rangos de referencia para el VGM en caballos sanos es de 40 – 61 fL (fentolitros), mientras que por otro lado el ISIS (International Species Information System) sugiere los siguientes rangos de referencia (Tabla 3).

Tabla 3

Rangos fisiológicos de referencia para el VGM según la edad y sexo de los equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	34,6 - 63,7	32,3 - 51,6	fL
3 – 20 años	44,0 - 57,6	41,1 - 59,2	
> 20 años	30,5 - 69,4	38,7 - 67,4	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Alteraciones morfológicas (poiquilocitosis)

Son aquellas alteraciones en donde la forma del eritrocito se ve afectada o es anormal. Sin embargo existen varias presentaciones atípicas de los eritrocitos que pueden ser indicativos de patologías o cuadros anormales específicos que se están presentando en el animal. “La presencia de eritrocitos de forma anómala comúnmente es indicativa de un aumento de su fragilidad o de enfermedades caracterizadas por su fragmentación” (Smith, 2010, p. 402).

a. Esferocitos

Se caracterizan por ser hematíes pequeños, sin palidez central y con una tinción muy densa. Sin embargo se requiere de un número muy significativo de estas células para referirse a un problema grave, que generalmente se ha encontrado en caballos con hemolisis inmunomediada. Igualmente hay la posibilidad de que se presenten estas estructuras pero con menor probabilidad en algunos procesos no inmunomediados: venenos de serpientes, toxicidad por zinc, parásitos hemáticos, hipofosfatemia, anemias por cuerpos de Heinz.

b. Equinocitos

Son hematíes con forma de erizo, que se caracterizan por presentar pequeñas espículas comúnmente espaciadas proyectándose desde la superficie del eritrocito. Reed, Bayly & Sellon (2005) y Morales (2009, p. 25) consideran que patológicamente la presencia de equinocitos en sangre podría ser indicativo de posibles trastornos renales (Uremia) y/o hepáticos, siempre y cuando se descarte la posibilidad de que la muestra tomada no haya sido alterada, ya que existe la posibilidad de que este tipo de artefactos se originen por un exceso de anticoagulante o a su vez que la muestra haya permanecido mucho tiempo en tubos con EDTA. Por tal motivo la presencia de estas células en los frotis sanguíneos no tiene significado clínico notable.

c. Acantocitos

Son hematíes con varias proyecciones de membranas finas y largas en posición irregular (En forma de espolones) que se extienden desde la superficie del eritrocito. El hallazgo de estas células puede estar relacionado a trastornos hepáticos, una mala absorción gastrointestinal, enfermedades renales severas y procesos que cursan con fragmentación (Reed et al., 2005, p. 801; Morales, 2009, p. 26).

d. Eliptocitos

Son eritrocitos elípticos u ovals y que pueden tener una zona central oval o pálida. Este tipo de artefactos está asociado a desordenes con deficiencia de hierro o anemia mieloptísica, y con menor frecuencia en pacientes con glomerulonefritis y desordenes linfoproliferativos (Reed et al., 2005, p. 801).

e. Leptocitos

Los leptocitos son eritrocitos que se caracterizan por ser planos y delgados y que generalmente están asociados con una enfermedad hepática o con una deficiencia de hierro (Reed et al., 2005, p. 801).

f. Codocitos

Son eritrocitos que presentan un repliegue de la membrana citoplasmática con un área central densa de hemoglobina rodeada por una zona pálida, lo que le confiere un aspecto de sombrero mejicano visto desde arriba. Este tipo de artefacto está asociado con anemias hipocromicas o con una enfermedad hepática y con menos frecuencia debido a intoxicación por consumo de cebolla, deficiencia de hierro y elevación en las concentraciones del colesterol (Reed et al., 2005, p. 801; Morales, 2009, p. 22).

Inclusiones intracitoplasmáticas

a. Cuerpos de Howell - Jolly

Son estructuras o restos nucleares redondeados basofílicos que se observan en el citoplasma de los eritrocitos y que generalmente tienen un diámetro aproximado de 1 μm . Se ha determinado que se trata de restos de cromatina nuclear que permanece en los hematíes (citoplasma), como resultado de una mitosis fallida y/o una deficiente actuación de los macrófagos de la médula ósea o del bazo. En caballos sanos o normales, estos corpúsculos se observan con una incidencia de 10 en 10000 ¹², por lo cual no tendrían un significado clínico relevante. Sin embargo si aparecen en número considerable podría ser indicativo de un cuadro regenerativo de anemia, tratamiento continuo de corticoides o una función esplénica disminuida (Reed et al., 2005, p. 801).

b. Cuerpos de Heinz

Son protrusiones o precipitados de hemoglobina oxidada (Formaciones redondeadas), que son indicativo de una lesión oxidativa en los eritrocitos como resultado, en la mayoría de los casos, de una hemolisis intra o extravascular. Para la identificación de los Cuerpos de Heinz se recomienda una tinción con azul de metileno o tinción de Wright ya que permite observar las estructuras redondeadas que protruyen desde los bordes de la membrana eritrocitaria (Reed et al., 2005, p. 801; Morales, 2009, p. 35).

Alteraciones cuantitativas

Morales (2009, p. 42) considera que todas las alteraciones cuantitativas de los hematíes, pueden generarse por trastornos patológicos y/o por trastornos no patológicos, por lo cual es importante tomar muy en cuenta en este análisis los registros y fichas clínicas de los equinos en estudio, sin olvidar el manejo y procesamiento que se dio a las muestras, tema que se tratará posteriormente a este capítulo.

Existen muchas diferencias entre autores con respecto a los valores del recuento eritrocitario que plantean en sus escritos, posiblemente debido a las circunstancias en las que estos estudios fueron hechos por cada uno ; Wittwer (2000) considera que los rangos de referencia del recuento eritrocitario en caballos sanos es de $6,0-9,5 \times 10^{12} /L$, mientras que por otro lado el ISIS (International Species Information System), recomienda rangos de referencia mucho más específicos, tomando en cuenta la edad y sexo de los animales (Tabla 4).

Tabla 4

Rangos fisiológicos de referencia para el recuento eritrocitario según la edad y sexo de los equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	5.03 - 11,70	6,96 - 12,8	X 10 ¹² / L
3 – 20 años	4,94 - 9,77	4,98 - 11,40	
> 20 años	4,76 - 11,10	4,74 - 10,50	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Dentro de este análisis cuantitativo, otro de los parámetros que permite identificar o diferenciar las alteraciones patológicas y no patológicas en caballos es el Hematocrito: el cual se define como el porcentaje del volumen total de sangre compuesto de glóbulos rojos.

El uso diagnóstico de este parámetro en los caballos es de suma importancia, aunque muchos autores concuerdan que debe ser manejado adecuadamente debido a la inestabilidad que tiene en estos animales. Las variaciones en la masa eritrocitaria comúnmente conllevan a variaciones del hematocrito, por lo cual el análisis debe hacerse entorno al recuento eritrocitario. En los caballos dichas variaciones generalmente se presentan debido a factores extrínsecos del animal como es el estrés, el ejercicio, fármacos y muchos factores no patológicos, aunque también es posible encontrar variaciones del hematocrito frente a cuadros infecciosos y no infecciosos que puedan provocar algún tipo de daño a nivel sanguíneo. Por tal motivo Smith (2010, p. 400) considera que el hematocrito (Hto) debe interpretarse siempre de forma seriada y en función del estado de hidratación y de excitación del animal.

Dentro del estudio Wittwer (2000) sugiere un intervalo de hematocrito para caballos clínicamente sanos de 0,35 – 0,47 L/L, mientras que el ISIS recomienda manejar rangos de referencia especiales en relación a datos expuestos en varios libros, por lo cual estarán sujetos a discusión (Tabla 5).

Tabla 5

Rangos fisiológicos de referencia para el índice de hematocrito según la edad y sexo de los equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	0,241 - 0,450	0,270 - 0,474	L / L
3 – 20 años	0,240 - 0,519	0,263 - 0,469	
> 20 años	0,216 - 0,560	0,243 - 0,587	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

a. Policitemia o Eritrocitosis

La policitemia o eritrocitosis es el incremento de la masa eritrocitaria circulante, dicho incremento puede ser de 3 tipos, tomando en cuenta las posibilidades o desafíos que enfrente el organismo del animal.

- Eritrocitosis Relativa

Se refiere al incremento de los eritrocitos por una disminución del volumen plasmático (deshidratación), generando como consecuencia un aumento en el valor del hematocrito (hemoconcentración) y de las proteínas totales. Sin embargo es importante aclarar que en este caso no existe aumento en el número total de eritrocitos circulantes.

Generalmente este tipo de alteración suele asociarse con cualquier tipo de patología en donde exista deshidratación o pérdida de líquidos corporales en exceso, siendo muy común en los equinos al momento de someterlos a trabajo físico excesivo sin reposición de líquidos; por otro lado frente a cuadros de shock endotóxico existe una desviación de líquidos desde el plasma hacia los espacios intersticiales generando así un cuadro de hemoconcentración relativa. Sin duda la presencia de cuadros diarreicos puede provocar este tipo de alteraciones, tomando en cuenta que cuando las diarreas son crónicas o existe un problema renal (glomerulonefritis), los valores de las proteínas totales

pueden estar normales o incluso disminuidos, segando así el problema de deshidratación en el animal que en si alterará el diagnóstico final del problema (Reed et al., 2005, p. 803; Morales, 2009, p. 45).

- Eritrocitosis Transitoria

Es importante aclarar que existen autores como Reed, Bayly & Sellon (2005) que catalogan a la eritrocitosis transitoria como una probabilidad mas dentro de las posibilidades de eritrocitosis relativa que se pueda presentar, mientras que Morales (2009, p. 45) la presenta como un cuadro relevante dentro del organismo del animal debido a la fisiología del bazo, el cual cumple un papel muy importante al momento de calificar el posible problema.

“El bazo en los caballos en reposo puede dar asilo hasta un tercio del total del volumen eritrocitario circulante. El ejercicio, la liberación endógena de epinefrina causada por la excitación o el estrés, y la administración de epinefrina exógena producen una contracción esplénica que puede aumentar el hematocrito hasta un valor del 50%” (Reed et al., 2005, p. 803). Generalmente este tipo de eritrocitosis no suele estar acompañado de un aumento significativo del valor de las proteínas plasmáticas totales y cuando ha estos animales se les permite relajarse en un ambiente no estresante, el hematocrito o volumen sanguíneo periférico suele volver a valores normales (algunas horas).

- Eritrocitosis Absoluta

Hace referencia al aumento en la eritropoyesis a nivel de medula ósea debido al aumento de la producción de eritropoyetina, lo cual causa un incremento en el hematocrito, en el recuento eritrocitario y en la concentración de hemoglobina (Morales, 2009, p. 45).

Este tipo de alteración puede presentarse en 2 fases:

Tipo Primaria

Es poco frecuente y se la considera como una alteración mieloproliferativa de la medula ósea caracterizada por una producción exagerada pero ordenada de hematíes maduros (Policitemia Vera). Sin embargo en estos casos los niveles de eritropoyetina suelen estar disminuidos o normales y la PaO₂ es normal.

Tipo Secundaria

Es el aumento del número de eritrocitos circulantes, pudiendo presentarse de forma apropiada o inapropiada, lo cual dependerá de la presencia o la ausencia, respectivamente, de hipoxia tisular.

La eritrocitosis absoluta secundaria apropiada (EASA), está asociada al aumento de eritropoyetina circulante, debido a un cuadro de hipoxia crónico, siendo la principal causa que puede desencadenar tal situación las derivaciones derecha-izquierda de la sangre en el corazón (tetralogía o pentalogía de Fallot) o de los grandes vasos y sin duda la adaptación del animal a la altura. La Eritrocitosis absoluta secundaria e inapropiada (EASI), es la que se produce después de un aumento en la liberación de eritropoyetina o de otras hormonas en ausencia de hipoxia tisular. No es muy común encontrar caballos con este tipo de alteración pero se han presentado casos en animales con neoplasias hepáticas o anomalías renales y con menor frecuencia en caballos con carcinoma metastásico (Reed et al., 2005, pp. 803-804; Morales, 2009, p. 45).

En general es importante indicar que la eritrocitosis persistente puede desencadenar problemas posteriores en el animal como es la hipertensión, hemorragias, hipoxia tisular, trombosis, entre otros; por lo cual es necesario

entender la importancia de realizar una buena valoración del estudio hematológico del individuo.

b. Anemia

La anemia es una alteración en donde existe una disminución de la masa eritrocitaria circulante (eritrocitos, hematocrito y hemoglobina), causada por un desequilibrio entre la tasa de pérdida o destrucción de eritrocitos y la tasa de producción en la médula ósea. Es importante aclarar que la anemia no es considerada como una patología o un diagnóstico primario, sino una alteración hematológica que se da como resultado de un proceso patológico subyacente (Reed et al., 2005, pp. 804-805).

Es posible que en situaciones no patológicas un animal presente cuadros de anemia, siendo esto muy común debido al uso de tranquilizantes que provocan una disminución de la hemoglobina y de los hematíes y por lo tanto de los índices eritrocitarios, aunque estos cuadros suelen ser normalmente reversibles.

La anemia puede clasificarse como anemia regenerativa o arregenerativa (no regenerativa), dependiendo como ya se dijo anteriormente de la enfermedad subyacente que la causa o desencadena y a su vez tomando en cuenta el grado de respuesta de la médula ósea frente a dicha enfermedad.

- **Anemia Regenerativa**

Es la disminución de la masa eritrocitaria, debido a la pérdida de eritrocitos circulantes intactos (hemorragia) o por la destrucción acelerada de eritrocitos, acotando que debe existir definitivamente un aumento de la eritropoyesis efectiva en la médula ósea.

Tomando en cuenta estas características, un cuadro anémico regenerativo generalmente se aprecia con un aumento en el número de reticulocitos en la circulación periférica y un aumento en el tamaño de los eritrocitos; desafortunadamente en el caballo los reticulocitos no son liberados hacia la circulación periférica, ni siquiera durante una fuerte respuesta medular regenerativa, por lo que según varios autores, el único cambio en la sangre periférica del caballo después de haber sufrido una hemorragia o un proceso de hemólisis aguda puede ser una ligera anisocitosis que sin duda debe ser evaluada cuantitativamente a través de los cambios en la distribución eritrocitaria (Reed et al., 2005, pp. 804-806; Morales, 2009, p. 44).

- **Anemia Arregenerativa**

Se caracteriza por una disminución en la masa eritrocitaria, debido a la presencia de factores extrínsecos o intrínsecos que pueden suprimir la eritropoyesis normal de la médula ósea, dando lugar a la presentación de un cuadro anémico por la incapacidad para sustituir adecuadamente los eritrocitos viejos que normalmente son eliminados de la circulación.

Dentro de las enfermedades más comunes en los caballos para la presentación de anemias no regenerativas está la inflamación crónica, las enfermedades endócrinas o neoplásicas, insuficiencia generalizada de la médula ósea y la deficiencia de hierro.

2.5.2 Glóbulos blancos (serie blanca)

Al igual que se presenta en el estudio de la serie roja, es necesario crear un vínculo entre los elementos formes de la serie blanca y las estructuras u órganos que los producen ya que permite contener un análisis más completo con fines diagnósticos, por lo cual muchos autores nombran a este complejo formado por los leucocitos circulantes, las células precursoras de estos y los tejidos que las producen como Leucón. Dentro de las principales funciones que

cumple el leucón está la de proporcionar células efectoras primarias para la vigilancia inmunológica y la depuración.

Como se indicó anteriormente, la presencia de leucocitos en la circulación es de suma importancia en el caso de ocurrir algún tipo de alteración o agresión en el organismo; aunque si su aparición se ve alterada en volumen sin duda es indicativo de posibles trastornos orgánicos que requieren de su análisis. Por lo cual en base a los autores ligados al estudio, un recuento leucocitario de 5 - 11 $\times 10^9/L$ (Wittwer, 2000) y los valores recomendados por el ISIS (Tabla 6), serian datos de referencia normales y de sustento para tipificar pacientes con valores o rangos alterados.

Tabla 6

Rangos fisiológicos de referencia para el recuento leucocitario según la edad y sexo de los equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	5,500 - 14,40	6,8 - 15,9	$\times 10^9 / L$
3 – 20 años	3,38 - 12,20	3,70 - 13,40	
> 20 años	3,300 - 16,00	4,60 - 11,80	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Con respecto a las células precursoras de los leucocitos, se puede indicar que existen células madre pluripotenciales que se encuentran en la medula ósea y en número reducido en la sangre periférica (< 1%), dichas células presentan una apariencia morfológica de linfocito inmaduro y únicamente se pueden identificar mediante antígenos de membrana (Morales, 2009, p. 48).

En términos generales, los leucocitos o glóbulos blancos están divididos en 2 grupos, para lo cual se ha tomado en cuenta básicamente su estructura y lugar de origen, siendo estos grupos los leucocitos granulocitos (Polimorfonucleares – PMN) y los leucocitos agranulocitos (Mononucleares). Dentro del grupo de los leucocitos PMN se encuentran los neutrófilos, basófilos y eosinófilos,

producidos los tres en la médula ósea. Los leucocitos mononucleares por otra parte comprenden los linfocitos y los monocitos (Macrófagos), siendo los monocitos exclusivamente producidos a nivel de médula ósea mientras que los linfocitos son células producidas a nivel de médula ósea (principal fuente) y órganos linfoides (bazo, timo, ganglios linfáticos, placas de Peyer y amígdalas) (Smith, 2010, p. 405).

Leucocitos Granulocitos (PMN)

a. Neutrófilos

Son leucocitos que pertenecen al grupo de los polimorfonucleados cuyo origen se da a partir de células madre bipotenciales (formadoras de colonias de granulocitos y macrófagos), las cuales derivan a su vez de células madre hematopoyéticas pluripotenciales producidas a nivel de la médula ósea. Los neutrófilos durante su creación son sometidos a un proceso de maduración para ser liberados o almacenados como neutrófilos segmentados por lo cual estos originariamente son conocidos como mieloblastos, luego como promielocitos, metamielocitos, bandas y finalmente se convierten en neutrófilos segmentados funcionales. Una vez que los neutrófilos terminan su proceso de maduración, son almacenados en los compartimentos de reserva de la médula ósea hasta que exista la necesidad del organismo de acarrear estas células ya que en situaciones normales existe un pool periférico de neutrófilos que está dividido en un grupo de células circulantes y otro grupo que se encuentra adherido al endotelio de los pequeños vasos sanguíneos (pool marginal), por lo tanto su valor no se ve reflejado en el hemograma y mucho menos si existen artefactos que alteren su normal distribución (ejercicio, epinefrina, estrés, glucocorticoides, etc.) (Reed et al., 2005, p. 816; Morales, 2009; Smith, 2010, p. 405).

En términos generales los neutrófilos cumplen funciones de fagocitosis y pinocitosis que les permite ingerir y matar microorganismos invasores o ajenos

al organismo del animal. Estas células son atraídas a las zonas de infección e inflamación a través de factores quimiotácticos que se liberan durante las reacciones proinflamatorias, en donde cumplen sus funciones e incluso aportan con la liberación de factores adicionales que permiten una mayor propagación de la inflamación en la zona de lesión tisular (Reed et al., 2005, p. 816).

Reconocer la morfología normal de los neutrófilos y de las demás células es de suma importancia ya que permite reconocer la presencia o no de muchos desordenes que se asocian directamente a las características cuantitativas y cualitativas de los neutrófilos. Por tal motivo es necesario realizar un análisis descriptivo de todas las características antes indicadas e incluso de la posible presentación de células inmaduras de la misma línea neutrofílica.

Características morfológicas

- Neutrófilos maduros o segmentados

Los neutrófilos segmentados son los más comunes en la sangre periférica y se caracterizan por presentar un núcleo alargado e irregularmente lobulado (De 3 a 5 lóbulos). “Su citoplasma es azul claro o rosa con una granulación que oscila desde inapreciable a ligeramente eosinofílica” (Morales, 2009, p. 50).

Estas células pueden presentar variaciones dependiendo el tipo de problema al cual el organismo está sometido, pudiendo apreciarse en los cambios morfológicos de los neutrófilos que pueden ir desde cambios tóxicos hasta degenerativos e incluso debido a su grado de vejez que estos presenten.

- Mielocito neutrófilo

Son neutrófilos inmaduros en desarrollo que pueden presentar división celular (Mitosis) a diferencia de los metamielocitos, bandas y neutrófilos segmentados que no lo pueden. Se caracterizan por presentar el núcleo redondeado u oval,

ligeramente aplanado, y algo excéntrico. La cromatina es gruesa y con una apariencia deshilachada, presentan un citoplasma que es ligeramente basófilo (Azul) (Morales, 2009, p. 51).

- Metamielocito neutrófilo

Son neutrófilos inmaduros, que como se indicó anteriormente son incapaces de sufrir divisiones mitóticas. Estos se caracterizan por presentar un núcleo redondo o con una suave indentación. Es importante tomar en cuenta que mientras presente este límite morfológico nuclear (suave indentación), es posible clasificarlo dentro del grupo de neutrófilos mielocitos mientras que si existe un aumento de esta concavidad nuclear (judía, Arriñonada), será clasificado como un neutrófilo metamielocito. El metamielocito puede presentar un citoplasma de aspecto granular que puede ir de un color rosa pálido a muy basófilo con la presencia de gránulos citoplasmáticos (Morales, 2009, p. 52).

Su presencia se asocia a enfermedades o patologías que se desarrollen con cuadros crónicos de neutropenia regenerativa con desviación a la izquierda, lo cual se considera como un indicador de estar frente a un paciente con pronóstico malo.

- Neutrófilos en banda (en cayado, no segmentados)

Son neutrófilos inmaduros que se caracterizan por presentar un núcleo con forma curvada y con bordes paralelos, pero que puede tener alguna estrangulación ligera en su diferenciación hacia neutrófilo segmentado. La condensación de la cromatina es evidente y su citoplasma es igual al de un neutrófilo maduro.

Morales (2009, p. 54) considera que la presencia de este tipo de células en animales sanos es escasa, lo cual para varios autores como Wittwer (2000) es objeto de una evaluación clínica relevante, acotando que su presencia es

debido a algún tipo de desbalance o requerimiento neutrofílico periférico por lo que no presenta rangos de referencia para caballos sanos. El ISIS por otro lado coincide con el Dr. Mariano Morales en que existe un pequeño porcentaje de estas células inmaduras circulando en sangre periférica (Tabla 7).

Tabla 7

Rangos fisiológicos de referencia para el recuento de neutrófilos en banda según la edad y sexo de los equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	0,082	-	X 10 ⁹ / L
3 – 20 años	0,064 - 1,580	0 - 0.112	
> 20 años	0,072 - 0,252	0,074 - 0,845	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Alteraciones Cuantitativas

Este tipo de alteraciones se da debido a las variaciones en el recuento de neutrófilos circulante, el cual se observa en varios trastornos que desafían el organismo como se indicará posteriormente. Witter (2000) sugiere que el recuento neutrofílico normal en equinos clínicamente sanos es de 2,2 – 6,1 x10⁹/L mientras que según el ISIS los rangos recomendados son los siguientes (Tabla 8).

Tabla 8

Rangos fisiológicos de referencia para el recuento de neutrófilos según la edad y sexo de los equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	1,420 - 7,480	2,620 - 8,030	X 10 ⁹ / L
3 – 20 años	1,860 - 8,020	1,820 - 8,300	
> 20 años	0,840 - 10,70	1,840 - 9,680	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

- Neutropenia

Se considera neutropenia a la disminución del número de neutrófilos circulantes, pudiendo presentarse de forma aguda que se caracteriza por producirse transitoriamente en 24 a 48 horas o de forma crónica la cual puede durar desde varios días hasta meses.

La neutropenia aguda generalmente está ligada a la migración de neutrófilos desde la circulación hacia el grupo celular marginal. Uno de los ejemplos patológicos más claros para que se presente este trastorno son los cuadros endotóxicos que estimulan la marginación de los neutrófilos circulantes principalmente con un secuestro en los capilares pulmonares. Se asocia mucho los cuadros neutropenicos agudos con animales que cursen enfermedades como septicemia aguda (adultos) y de suma importancia para corroborar y diagnosticar cuadros de sepsis en neonatos. También puede asociarse a varias alteraciones de tipo bacterianas, rickettsiales y virales (Reed et al., 2005, p. 817).

Por otro lado la neutropenia crónica puede ser el resultado del uso excesivo de los neutrófilos periféricos o a su vez por una disminución de la producción a nivel de medula ósea. Dichas probabilidades comúnmente se presentan en enfermedades infecciosas o inflamatorias tales como pleuritis, neumonía, peritonitis, abscesos internos, enteritis, quemaduras, vasculitis o enfermedades inmunomediadas.

Con frecuencia este tipo de neutropenia está acompañada de células inmaduras (en banda), las cuales son liberadas a partir de la medula osea como consecuencia de una mayor demanda de neutrófilos a nivel tisular. Es posible también encontrar caballos que presenten supresión de la medula ósea, lo cual puede producir este tipo de cuadros, igualmente los procesos mieloproliferativos como la leucemia granulocítica pueden dar lugar a este problema (Reed et al., 2005, p. 817).

Finalmente es importante indicar que los cuadros neutropenicos agudos o crónicos que presenten una desviación degenerativa a la izquierda (Mayor número de células inmaduras que neutrófilos maduros), generalmente son de pronóstico malo e incluso las probabilidades de vida son muy bajas.

- Neutrofilia

La neutrofilia se produce cuando existe un aumento del número absoluto de neutrófilos, independientemente de su etapa de diferenciación. La caracterización de una respuesta neutrofilica viene determinada por el equilibrio entre la producción de la medula ósea y el uso de estas células por parte de los tejidos. Por tal motivo podemos indicar que una desviación regenerativa hacia la izquierda es frecuente en esos animales con neutrofilia debido a la gran demanda tisular que existe, mientras que en el caso de presentarse una grave neutrofilia ligada a una importante desviación hacia la izquierda (mielocitos y metamielocitos), indica una marcada enfermedad inflamatoria y se la denomina respuesta leucemoide (Reed et al., 2005, p. 817).

Dentro de las alteraciones que pueden provocar neutrofilia en el animal, se incluyen las que están relacionadas con la neutropenia, sin olvidar agentes causales como los glucocorticoides, epinefrina endógena o exógena, excitación, ejercicio y estrés.

Alteraciones Cualitativas

- Granulocitopatías

“Se entiende por granulocitopatía el trastorno de la capacidad fundamental de estas células, su actividad fagocítica y microbicida” (Morales, 2009, p. 59).

No existe mucha información con respecto a la manifestación de esta alteración en caballos, pero principalmente en especies menores (perros y gatos) está

asociado a enfermedades infecciosas por retrovirus, síndrome mielodisplásico y cuadros preleucémicos, lo cual permite sugerir la posibilidad de encontrar granulocitopatías en caballos debido a que estas enfermedades también se presentan en ellos (Morales, 2009, p. 59).

- Morfológicas (Cambios Tóxicos)

Los cambios tóxicos se pueden clasificar en leves, moderados o severos, siendo los más graves los cuadros de sepsis, endotoxemia, drogas y toxinas no específicas.

A más de provocarse una disfunción de estas células en el caso de un proceso tóxico, existe un estímulo homeostático que provoca la marginación de los neutrófilos circulantes y el secuestro de los mismos en los capilares sanguíneos siendo muy común su adhesión a los capilares pulmonares como ya se indicó anteriormente. Reed, Bayly & Sellon (2005) consideran que existe mucha probabilidad de que una endotoxemia sea el denominador común en la neutropenia asociada con alteraciones gastrointestinales en el caballo, incluyendo la obstrucción por estrangulamiento, la peritonitis, la enteritis y la salmonelosis, por lo que se hace muy necesario monitorear a los caballos que corran el riesgo de presentar cuadros tóxicos inminentes (principalmente potros).

- Cuerpos de Döhle

Se definen como agregaciones anómalas del retículo endoplásmico rugoso y representan el cambio tóxico más benigno de los neutrófilos. Se presentan como inclusiones o cúmulos de color azul grisáceo en el citoplasma.

Comúnmente estas inclusiones que se aprecian en los frotis sanguíneos de caballos, está relacionado con un efecto sistémico inflamatorio (Morales, 2009, p. 59).

- Basofilia citoplasmática

Es una alteración en donde el citoplasma de los neutrófilos aparece azul o azul púrpura, siendo esta afección más común en células maduras como en banda. Su presencia es un indicativo de un cambio tóxico grave y se asocia comúnmente con procesos infecciosos bacterianos severos y en respuesta a cuadros inflamatorios. Con menor incidencia se han encontrado estas inclusiones en animales que presentan toxemias por medicamentos, venenos o intoxicaciones en general (Reed et al., 2005, p. 816; Morales, 2009, p. 61).

- Hipersegmentación nuclear

“Se define como un exceso de lobulación del núcleo que presenta más de 5 segmentos (Algunos autores consideran > 4)” (Morales, 2009, p. 61).

En caballos los neutrófilos viejos pueden mostrar algún tipo de hipersegmentación, núcleos picnóticos con cromatina redondeada y muy agrupada. “Se ha observado la hipersegmentación idiopática de los neutrófilos en la sangre de un Quarter Horse sin una enfermedad clínica relacionada” (Reed et al., 2005, p.816).

- Vacuolización espumosa

Es un artefacto intracelular que se caracteriza por la presencia de muchas vacuolas escasamente definidas, debido a la formación anormal de los lisosomas citoplasmáticos. Esta alteración está asociada a procesos de toxicidad sistémica grave y sobre todo a la toxicosis debido a la administración de altas dosis de cloranfenicol y fenilbutazona en caballos (Morales, 2009, p. 61).

- Granulación tóxica

El citoplasma de los neutrófilos presenta unas granulaciones pequeñas de color púrpura, estas estructuras son gránulos primarios que en condiciones normales desaparecen en su momento cuando existe una maduración correcta de las células neutrofilicas. Estos casos se asocian con problemas de granulopoyesis aberrante y en respuesta a la inflamación (Morales, 2009, p. 62).

b. Basófilos

Los basófilos son leucocitos que están dentro del grupo de células polimorfonucleares y que al igual que los neutrófilos se originan a partir de las células precursoras de granulocitos / macrófagos en la medula ósea, para posteriormente madurar a células con gránulos citoplasmáticos basófilos. Morfológicamente presenta un tamaño igual o mayor con respecto a los neutrófilos, muestra un citoplasma de color azul – grisáceo y su núcleo tiene menos lobulaciones que los neutrófilos que adoptan una forma de cinta trenzada (Morales, 2009, p. 89).

En caballos su elevada presencia no es muy común, al igual que su presencia en sí mismo, por lo que lógicamente un cuadro de basopenia no es importante desde el punto de vista clínico. Por tal motivo los rangos presentados tanto por Wittwer como por el ISIS (Tabla 9), son una demostración de esta tendencia, refiriéndonos a cuadros en donde los equinos se encuentran clínicamente sanos de acuerdo a las condiciones planteadas por los autores.

Tabla 9

Rangos fisiológicos de referencia para el recuento de basófilos en equinos clínicamente sanos según Wittwer y el ISIS.

ISIS	EDAD	SEXO		UNIDADES
		Machos	Hembras	
	0 – 3 años	0,028 - 0,175	0 - 0,112	X 10 ⁹ / L
	3 – 20 años	0,034 - 0,180	0 - 0,112	
	> 20 años	0,013 - 0,148	0,074 - 0,180	
Wittwer	General	0 – 0,3		

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999; Manual de Patología Clínica Veterinaria de Wittwer, 2000.

La función más importante que cumplen los basófilos es la de provocar una reacción de hipersensibilidad inmediata por medio de la secreción de mediadores vasoactivos (histamina, leucotrienos, factor activador de plaquetas, etc.). Por tal motivo la presencia de estos leucocitos en sangre está asociado a problemas alérgicos, inflamatorios, neoplásicos y sobre todo a cuadros de hiperlipemia (Smith, 2010, p. 406).

Se han observado cuadros de basofilia en caballos que se han recuperado de un cólico (Hinchcliff et al., 2007, p. 1118).

c. Eosinófilos

Son leucocitos granulocitos PMN que se producen en la médula ósea y siguen la misma secuencia y maduración que los neutrófilos, con la única diferencia de que se especializan a partir de unidades formadoras de colonia de eosinófilos (Smith, 2010, p. 406).

Los eosinófilos tienen un tamaño ligeramente superior en relación a los neutrófilos, al igual que presentan menos lobulaciones nucleares (Generalmente 2 lóbulos). Su citoplasma en el frotis se tiñe de color azul pálido y presenta granulaciones que dependiendo de la especie se tiñe de distinto color, siendo más importante entender que dichas estructuras contienen varias

sustancias, incluyendo proteínas básicas mayores, peroxidasa y varias enzimas hidrolíticas que les permiten cumplir con sus funciones específicas (Morales, 2009, pp. 86-87).

Al igual que ocurre con los neutrófilos, también se pueden presentar eosinófilos en banda circulantes, sin embargo, no se suele realizar un recuento y diferenciación debido a que estos tienen una escasa valoración clínica.

En los animales sanos, los eosinófilos tienden a presentarse en escaso número e incluso suelen estar ausentes, aunque autores como Wittwer (2000) recomiendan manejar valores que van de 0,1 – 0,8 x10⁹ eosinófilos por litro, mientras que las tablas de ISIS sugieren valores de referencia como los que se presentan a continuación (Tabla 10).

Tabla 10

Rangos fisiológicos de referencia para el recuento de eosinófilos según la edad y sexo de los equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	0,055 - 0,145	0,69 - 0,504	X 10 ⁹ / L
3 – 20 años	0,034 - 0,635	0 - 0,591	
> 20 años	0,036 - 0,444	0,057 - 0,540	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Con respecto a sus alteraciones cuantitativas, los cuadros de eosinofilia periférica en caballos es consecuencia, en la mayoría de los casos, de infecciones parasitarias, incluyendo habronemiasis, estrongilosis y pediculosis. En muchas ocasiones, las reacciones alérgicas también pueden provocar la elevación de estas células, sin dejar de lado las enfermedades mieloproliferativas eosinofílicas que si se han descrito en caballos y de igual forma en presencia de linfosarcoma y carcinomas de células de transición.

“En caballos de alto rendimiento, la eosinofilia de bajo grado se observa con mayor frecuencia en asociación con leucopenia o linfocitosis en la fase aguda de las respuestas a infecciones virales” (Hinchcliff et al., 2007, p. 1118).

Por otro lado cuadros de eosinopenia no son de mucha importancia clínica al momento de juzgar un diagnóstico final en los caballos, aunque algunos autores indican que puede darse como resultado de infecciones agudas, administración o liberación de corticosteroides o epinefrina y en situaciones de estrés (Reed et al., 2005, p. 817).

En general se puede manifestar que su presencia está ligada al control de las infecciones parasitarias (Inmunidad parasitaria) y para la regulación de las reacciones inflamatorias y alérgicas. Se ha reportado la presencia de estas células con menor incidencia en el caso de lesiones tisulares, aumento de la coagulación, fibrinólisis y en la inhibición de la granulopoyesis.

Leucocitos Agranulocitos (Mononucleares)

a. Linfocitos

Los linfocitos son células blancas que pertenecen al grupo de agranulocitos o leucocitos mononucleares, cuyo origen y maduración varía dependiendo el tipo celular (linfocitos T y linfocitos B), aunque en términos generales estos procesos suelen darse en la médula ósea (principalmente), ganglios linfáticos, el timo, el bazo y las placas de Peyer (Smith, 2010, p. 406). Es preciso aclarar que todos los linfocitos cual sea el tipo, se originan a partir de células progenitoras de la médula ósea con la particularidad de que estas son capaces de diferenciarse en un precursor linfopoyético o de células precursoras para granulocitos y macrófagos.

Las características morfológicas normales de los linfocitos incluyen un núcleo excéntrico, redondo u oval, en ocasiones ligeramente indentado y fuertemente

teñido con cúmulos de cromatina (hipercromático). El citoplasma es escaso, de color azul claro (Basófilo), pudiendo presentar en ocasiones gránulos azurófilos de color azul oscuro o rojo (Morales, 2009, pp. 68-69).

Como se indicó anteriormente, existen dos grupos celulares: las células T, o linfocitos derivados del timo, cuyo nombre se debe a que son células progenitoras linfopoyéticas que han madurado durante la migración hacia el timo, y que básicamente actúan como mediadores de la respuesta inmune mediada por células (función citotóxica, responsable de la hipersensibilidad de tipo retardada). Por otro lado las células B, o linfocitos derivados de la médula ósea son células especializadas y diferenciadas al mismo nivel y que posteriormente migran hacia los linfonódulos, para cumplir sus funciones básicamente como mediadores de la respuesta inmune humoral del organismo ya que frente a cualquier desafío extraño, se transforman en células plasmáticas para la producción de anticuerpos.

La mayoría de linfocitos residen en el bazo, linfonódulos y otros tejidos linfoides ya descritos, pero sin duda el bazo juega un papel muy importante ya que contiene el mayor número de linfocitos en el caballo adulto y a su vez actúa como filtro para eliminar células sanguíneas viejas, partículas de desecho y microorganismos de la sangre (Reed et al., 2005, p. 818).

El recuento linfocitario normal propuesto por Wittwer para caballos clínicamente sanos es de $1,5 - 6,5 \times 10^9$ linfocitos por litro de sangre, en tanto que el ISIS plantea los siguientes valores (Tabla 11).

Tabla 11

Rangos fisiológicos de referencia para el recuento de linfocitos según la edad y sexo en equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	1,510 - 8,260	1,860 - 10,90	X 10 ⁹ / L
3 – 20 años	1,120 - 5,030	1,330 - 6,300	
> 20 años	0,792 - 7,700	1,120 - 5,350	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Alteraciones Cuantitativas

- Linfocitosis

La elevación del número de linfocitos en relación a los valores normales estimados en circulación, generalmente está relacionado con enfermedades como la leucemia linfocítica y la estimulación inmune crónica (Infecciones virales), sin dejar de lado la linfocitosis por administración de epinefrina, o por excitación y ejercicio. Existe la posibilidad de que se presente un aumento del conteo celular linfocitario fisiológico, debido a la administración de vacunas por lo que es necesario elaborar unos buenos registros de anamnesis en el paciente y así evitar diagnósticos errados.

- Linfopenia

El bajo recuento linfocitario está asociado principalmente a la liberación endógena de glucocorticoides y a su vez en respuesta a la administración exógena de corticosteroides. Por otro lado se la puede observar frente a infecciones víricas agudas, infecciones bacterianas graves e infecciones parasitarias, sin dejar de lado los cuadros de septicemia, endotoxemia y alteraciones inmunodeficientes.

b. Monocitos (Macrófagos)

Los monocitos son células blancas que se originan a partir de los monoblastos (Unidades formadoras de colonias de la serie granulocítica), provenientes de células pluripotenciales que se encuentran en la medula ósea.

Una vez formados los monocitos, estos son liberados al torrente sanguíneo, en donde permanecen por 2 o 3 días hasta ser vinculados a las cavidades o tejidos corporales, donde estos se convierten en macrófagos. A este nivel tisular, los macrófagos se designan de dos maneras, como macrófagos libres o macrófagos fijos. Los macrófagos libres son aquellos que se encuentran mayoritariamente en las cavidades peritoneal y pleural, en las articulaciones, en los espacios alveolares y en las áreas de inflamación, mientras que los macrófagos fijos son aquellos que se vuelven afines por un órgano o región en especial, como es el caso de las células de Kupffer hepáticas, los osteoclastos, las células de microglía hepáticas y los macrófagos de bazo, medula ósea y ganglios linfáticos (Smith, 2010, p. 406).

Morfológicamente los monocitos presentan un núcleo que puede adoptar varias formas desde redondeado (monocitos menos maduros), hasta las formas de los monocitos maduros donde el núcleo se presenta indentado, enroscado, en forma de riñón; aunque en ocasiones puede presentarse de forma ameboidea y multilobular. Con respecto a su citoplasma, presenta una tonalidad azul grisáceo y cuya característica especial es la presencia de vacuolas con tamaños variables generalmente a un lado de la célula.

El papel de las células fagocíticas mononucleares, está relacionado con el mantenimiento de la actividad de los fagocitos con el fin de eliminar los tejidos muertos, lesionados e incluso neoplásicos, sin dejar de lado la acción microbicida contra ciertos virus, bacterias, hongos y protozoos. Reed, Bayly & Sellon (2005) consideran que su actividad dentro de las reacciones inmunes e inflamatorias ha sido minimizada durante largo tiempo, lo cual es algo no

fundamentado, ya que estas células son muy críticas en la regulación de la inflamación a través de la liberación de citocinas proinflamatorias tales como el factor de necrosis tumoral, la interleucina-1 (IL-1) y el factor activador de plaquetas. Por otro lado los macrófagos son células que dan inicio a la respuesta inmune específica ya que se encargan de procesar los antígenos extraños para posteriormente presentarlos frente a los linfocitos T.

Además de cumplir funciones dentro del sistema de defensa del cuerpo, los macrófagos son de suma importancia en la regulación de las reservas de hierro del organismo, debido a que la hemoglobina procedente de los glóbulos rojos viejos y/o destruidos es degradada, para posteriormente ser almacenada en forma de hemosiderina en el interior de los macrófagos para su posterior reutilización.

El rango de monocitos permitidos en circulación periférica de acuerdo a lo sugerido por Wittwer es de 0 – 0,6 x10⁹ monocitos por litro de sangre, en tanto que el ISIS exhibe los siguientes intervalos (Tabla 12).

Tabla 12

Rangos fisiológicos de referencia para el recuento de monocitos según la edad y sexo en equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	0,056 - 0,613	0 - 0,888	X 10⁹ / L
3 – 20 años	0,055 - 0,650	0,072 - 0,438	
> 20 años	0,015 - 0,882	0,051 - 0,450	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Las anormalidades cuantitativas de los monocitos, rara vez se encuentran en la práctica equina, aunque muchos autores como Reed, Bayly & Sellon (2005) relacionan la monocitosis con procesos inflamatorios crónicos o algún tipo de alteración que aumente la demanda fagocítica como es el caso de cuadros supurativos crónicos en donde existe necrosis tisular. Por otro lado los

recuentos bajos de monocitos no son un indicativo clínico relevante en el diagnóstico de algún problema debido a que en situaciones normales los caballos presentan un número escaso e incluso nulo de estas células en la sangre periférica.

2.5.3 Plaquetas

Las plaquetas son fragmentos celulares anucleados, provenientes de las mismas células pluripotenciales que dan lugar a los eritrocitos y leucocitos en la médula ósea, con la particularidad de que estas progresivamente a través de sucesivas divisiones mitóticas se diferencian en megacariocitos y así en precursores plaquetarios (Reed et al., 2005, p. 821).

Las plaquetas fisiológicamente tienen una forma discoidal que puede variar con mucha facilidad ya que son estructuras muy inestables que tienden a agruparse. Como se indicó anteriormente estos fragmentos no presentan núcleo, siendo característica en ellas la presencia de agrupaciones granulosas pequeñas en su zona central que con la tinción se torna de color rosado o púrpura, lo cual contrarresta al tono gris pálido de su citoplasma.

“Las plaquetas participan en la hemostasia, el control de las hemorragias mediante coagulación o agregación” (Cunningham, 2004, p. 119). De esta manera existen dos grupos plaquetarios funcionales, en donde un grupo comienza a crear una barrera física en la lesión del o los vasos sanguíneos (agregación plaquetaria), mientras que el otro grupo plaquetario inmediatamente empieza a segregar a través de sus gránulos secretores diferentes sustancias que apoyan a la formación y regeneración del coágulo (ADP, ATP, factores de crecimiento, factores plaquetarios, serotonina, enzimas para el metabolismo del Ac. araquidónico, etc.).

La valoración clínica de las alteraciones plaquetarias es un punto muy controversial, debido principalmente a su inestabilidad fuera de su medio. Por

tal motivo el cumplimiento de los protocolos de toma, transporte y procesamiento de las muestras debe cumplirse radicalmente con el fin de descartar posibles artefactos que alteren el diagnóstico final del paciente. De todas maneras los valores que están entre 90 – 120 x10⁹ plaquetas/L (Wittwer, 2000), se consideran como normales para un caballo sano, al igual que los presentados por el ISIS (Tabla 13).

Tabla 13

Rangos fisiológicos de referencia para el recuento plaquetario según la edad y el sexo en equinos (ISIS).

EDAD	SEXO		UNIDADES
	Machos	Hembras	
0 – 3 años	-	0,026 - 0,312	X 10 ⁹ / L
3 – 20 años	0,087 - 0,277	0,100 - 0,203	
> 20 años	0,115 - 0,5810	0,107 - 0,273	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 2-6.

Alteraciones Cuantitativas

- Trombocitopenia

La trombocitopenia es la disminución del recuento plaquetario circulante, que puede provocarse básicamente por tres mecanismos: por una disminución en la producción de plaquetas, por secuestro plaquetario o a su vez por una disminución en la vida media de las mismas. Es importante indicar que en los caballos el recuento plaquetario normal es ligeramente menor que en otras especies, presentándose los niveles plaquetarios más altos de la especie en animales menores de 3 años y en machos (Reed et al., 2005, pp. 822-826).

La disminución en la producción plaquetaria, rara vez es causante de este tipo de alteración, aunque se ha observado en caballos que presentan enfermedades mieloproliferativas, mielosupresión inducida por fármacos o toxinas y en casos de pancitopenia idiopática. Con respecto al aumento en la

destrucción plaquetaria, existen varios procesos fisiopatológicos que lo pueden generar, siendo el más común el depósito de inmunoglobulinas sobre la superficie de las plaquetas, lo que provoca una activación de las células del sistema fagocítico mononuclear en especial los macrófagos esplénicos y las células de Kupffer, con el fin de que dichas plaquetas cubiertas por anticuerpos sean eliminadas de la circulación. El secuestro plaquetario es común encontrarlo en el caso de animales que presenten cuadros de esplenomegalia, posiblemente debido a infecciones agudas y crónicas y en trastornos inflamatorios, aunque esto no suele predisponer al animal a padecer hemorragias o coagulopatías.

“La disminución en la vida media plaquetaria es la causa más habitual de trombocitopenia en grandes animales. El consumo excesivo de plaquetas se produce en la coagulación intravascular diseminada (CID), la septicemia o endotoxemia graves y, en casos infrecuentes, en vasculitis sistémicas” (Smith, 2010, p. 417).

- Trombocitosis

La trombocitosis es el aumento del número de plaquetas circulantes, en donde la alteración primaria es la hiperproducción de megacariocitos a nivel de médula ósea, pudiendo provocarse esto debido a una alteración neoplásica o mieloproliferativa. Con más frecuencia suelen presentarse trombocitosis de tipo secundarias, que comúnmente se deben a alteraciones inflamatorias agudas o crónicas o después de hemorragias agudas. Fisiológicamente puede darse una elevación plaquetaria leve que está ligada a la contracción esplénica provocada por el ejercicio o excitación del animal.

“Por lo general, la trombocitosis es asintomática y no está indicado ningún tratamiento específico. Rara vez puede asociarse con la tendencia trombótica venosa y puede considerarse un tratamiento anticoagulante” (Reed et al., 2005, p. 826).

2.5.4 Proteínas Sanguíneas

Como se ha podido apreciar, la fracción celular del contenido sanguíneo, es de suma importancia dentro del mantenimiento y buen desempeño del organismo animal. Sin embargo complementario a esto, existe un componente denominado plasma, el cual se define como la fracción líquida acelular de la sangre que está constituido por varios elementos que son fundamentales en numerosos procesos fisiológicos del animal. Uno de esos componentes plasmáticos (séricos), son las proteínas sanguíneas, las cuales debido a su importancia multifactorial y correlación con otros elementos y componentes orgánicos, se incluyen de manera general en los análisis y estudios hematológicos de rutina (Hemograma completo).

Sin duda, a las proteínas se las relaciona mucho con aspectos netamente estructurales y comúnmente con la formación de la mayoría de los tejidos corporales. Sin embargo su funcionalidad va más allá de estos conceptos, debido a que a su vez las proteínas plasmáticas, cumplen otro tipo de actividades como son las de actuar de reguladoras de muchas reacciones bioquímicas del organismo (Hormonas, enzimas), sin olvidar que la homeostasia, la resistencia a las infecciones (Inmunoglobulinas) y el equilibrio ácido-básico dependen del metabolismo proteico. (Smith, 2010, p. 411).

Debido al destacado papel que cumplen las proteínas en la homeostasis corporal y su correlación con las proteínas tisulares, la medida de las proteínas totales y sus fracciones (Albumina, Globulina y fibrinógeno), aportan mucha información con respecto a la respuesta del organismo frente a enfermedades o alteraciones que este sufra. Por tal motivo es preciso realizar un análisis de los posibles factores que provocan alteración en la estabilidad de las proteínas plasmáticas, tomando en cuenta su correlación con los demás analitos del estudio hematológico ya antes estudiados (Smith, 2010, p. 411).

Con respecto a los intervalos de referencia de este analito, existe mucha homogeneidad en los valores expuestos por varios autores y profesionales. Wittwer sugiere que la concentración de proteína total sérica se encuentra entre 68 – 84 g/L mientras que por alguna circunstancia, el ISIS no expone un valor total de las proteínas sanguíneas.

Alteraciones Cuantitativas

- Hiperproteinemia

“La hiperproteinemia puede derivar de una elevación en la concentración de proteínas plasmáticas (panhiperproteinemia) o de un incremento absoluto de las globulinas (hiperglobulinemia)” (Smith, 2010, p. 411).

La elevación de la concentración de proteínas plasmáticas relativa, generalmente está relacionado con cuadros en donde existe la pérdida del componente líquido de la sangre, siendo común en pacientes con deshidratación debido a la reducción de la ingesta de líquidos y/o por pérdida excesiva de fluidos; siempre y cuando la hiperproteinemia vaya asociada a un aumento del hematocrito (Hto), aunque no se puede descartar la posibilidad de encontrar animales deshidratados y anémicos a la vez que presenten un perfil con una elevación de las proteínas totales y un hematocrito normal e incluso por debajo de los valores normales.

Debido a que el análisis del hemograma completo no incluye resultados de las fracciones albumina y globulina (pruebas especiales), no es posible detallar su valiosa actividad dentro de este complejo análisis. Sin embargo es necesario indicar en términos generales que cuadros de hiperproteinemia en caballos suelen estar relacionados también con procesos infecciosos o parasitarios, e incluso se ha encontrado caballos con linfosarcoma generalizado o mieloma de células plasmáticas con elevación de las proteínas totales y de las globulinas (Hinchcliff et al., 2007, p. 1118).

- Hipoproteinemia

La hipoproteinemia se debe a una disminución de la concentración de proteína sérica sanguínea, aunque tal defecto generalmente está ligado a un descenso en las concentraciones de la fracción albumina, lo cual deberá ser comprobado con las pruebas especiales que lo ameriten. Smith (2010, pp. 414-415) considera que la disminución en la concentración de albumina sérica, puede deberse a 3 causas que son: la disminución en la producción de albumina (Hígado), aumento de su pérdida en el intestino y pérdida renal.

Los cuadros de inanición, la mal nutrición y los trastornos digestivos crónicos son factores que provocan una disminución en el suministro de sustrato de aminoácidos para la producción de proteínas. Sin embargo al ser la albumina la proteína más representativa en estos casos es necesario tomar en cuenta que posibles trastornos hepáticos de preferencia crónicos, son los causantes de estos problemas ya que la albumina es sintetizada a este nivel. Por otro lado la disminución de proteínas séricas suele deberse también a pérdidas a través del sistema urinario por patologías como glomerulonefritis, amiloidosis y con menos frecuencia la pielonefritis. Con menor frecuencia las enteropatías también se encuentran dentro de las alteraciones que pueden provocar hipoproteinemia. Esto se debe a procesos en donde existe liberación excesiva de proteínas plasmáticas al tracto gastrointestinal, posiblemente causado por factores como un fallo en el drenaje linfático, el aumento de la permeabilidad de las mucosas, un exudado por inflamación y la ulceración (Smith,2010, p. 415).

2.5.5 Fibrinógeno plasmático

El fibrinógeno como se explicó anteriormente, es una fracción de las proteínas plasmáticas totales que se caracteriza por ser una proteína muy grande, con un elevado peso molecular y de origen hepático.

Su principal función es la de servir como sustrato para la trombina en la formación de fibrina durante la hemostasia, debido a que se la cataloga como una proteína reactiva de fase aguda muy importante en las enfermedades inflamatorias activas y todo lo que tenga que ver con la presencia de daño tisular.

Al igual que las proteínas plasmáticas, los rangos de referencia del fibrinógeno concuerdan mucho entre autores. Wittwer (2000) considera que de 1 – 5 g/L es una concentración de fibrinógeno normal en los animales clínicamente sanos mientras que Kenneth, Andris, Raymond (2007) consideran un valor de < 4 g/L como referencial en los estudios.

Alteraciones Cuantitativas

- Hiperfibrinogenemia

En caballos la elevación de las concentraciones de fibrinógeno se relaciona a menudo a la presencia de daño tisular, siendo de más importancia esta evaluación en el diagnóstico y pronóstico de abscesos internos, infecciones crónicas o enfermedades parasitarias y a su vez en el caso de hemorragias pulmonares inducidas por el ejercicio.

- Hipofibrinogenemia

La disminución del fibrinógeno plasmático puede generarse debido a una disminución en su producción o también por un exceso en el consumo del mismo. Por tal motivo y con muy poca frecuencia debido a su alta y rápida producción se puede presentar en cuadros de hepatopatía grave (Toxicidad por alcaloides de pirrolicidina) y solamente en etapas tempranas de CID (Coagulopatía intravascular diseminada), debido a que esta patología a menudo es causada por trastornos inflamatorios, lo cual genera una mayor producción de fibrinógeno que enmascara el aumento de su consumo (Smith, 2010, p. 416).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación e Infraestructura de la zona de estudio

3.1.1 Fase de Campo

En función del logro de los objetivos, parte del trabajo práctico y como principal fuente de información y recolección de muestras para el progreso de la investigación se tiene como herramienta principal las instalaciones de La Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional, la cual se encuentra ubicada en la Parroquia de Tambillo, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha aproximadamente a 45 minutos de Quito. En lo que respecta a las características geográficas se puede indicar que se encuentra entre los 2800 a 2823 msnm y cuya ubicación geográfica espacial es de $78^{\circ} 33' 11,93''$ de longitud y $00^{\circ} 25' 31,49''$ de latitud (Plan estratégico de desarrollo Mejía, 2015). Por otro lado cabe indicar las principales características ecológicas de renombre en esta región, estando ubicada en una franja de bosque montano bajo, destacándose zonas de bosque secundario y primario con una gran variedad de especies vegetales (Romerillo, guanto, kikuyo, holco, floripondio, entre otros), y especies animales (zorrillos, aves pechirrojos y colibrí).

3.1.2 Fase de Laboratorio

En concordancia con lo antes descrito, parte del estudio práctico investigativo que demanda el presente trabajo, requiere de herramientas de laboratorio clínico especializado para la obtención de los resultados de hemogramas completos, por lo cual se hará mención al laboratorio de diagnóstico Livexlab, como encargado del procesamiento y presentación de los resultados a partir de las muestras de sangre obtenidas a nivel de campo.

Livexlab es un laboratorio que cuenta con personal capacitado nacional e internacionalmente, proveedores calificados y un prestigio por más de 10 años. Ofrece un excelente apoyo diagnóstico con el fin de satisfacer los requerimientos y necesidades de los clientes por medio de los servicios integrales de laboratorio clínico con sus divisiones: Veterinaria, Aguas y Alimentos y Salud humana. Por tales razón cuenta con acreditaciones nacionales e internacionales como es el caso de Agrocalidad (SESA), permitiendo de esta manera un trabajo con los más altos estándares de calidad y tecnología de punta. El laboratorio Livexlab, se encuentra ubicado en Av. Brasil 1645 y Av. Edmundo Carvajal dentro de la Parroquia de Chaupicruz, Cantón Quito (Distrito Metropolitano de Quito), Provincia de Pichincha (Distrito Metropolitano de Quito, 2012, Mapa de Quito).

3.2 Materiales y Equipos

3.2.1 Materiales biológicos

Caballos que van desde los 6 meses hasta los 34 años de edad de la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional, los cuales habitan a 2800 msnm y cuyo fin fundamental es el servicio operativo para cubrir demandas en el restablecimiento y mantención del bienestar público en el país. Cabe informar que dentro de esta población de animales se encontrarán enteros reproductores, madres reproductoras, potros y caballos de operativo; de raza variable (Silla Argentina, Zangersheide, criolla y animales mestizos). En lo referente a su alimentación diaria, se puede decir que se basa en un sistema semiestabulado que se conforma por un sistema de pastoreo libre, compensado con el suministro de alimento concentrado tipificado en estabulación (Winavena) y pacas de heno compuestas generalmente de una mezcla forrajera básica de leguminosas y gramíneas (Alfalfa forrajera – ray grass – pasto azul).

En lo que concierne a materia prima se debe indicar como principal material biológico a las muestras de sangre obtenidas de los equinos de referencia (Animales clínicamente sanos), las cuales serán la base de sustento de toda la investigación experimental.

3.2.2 Materiales de campo

Dentro de esta sección, se enlista cada uno de los materiales y equipos utilizados para el diagnóstico y valoración de salud de los animales, y a su vez los insumos utilizados para la recolección y transporte de las muestras de sangre obtenidas de la población en estudio (Tabla 14 - Tabla 15).

Tabla 14

Insumos requeridos para la recolección y transporte de las muestras.

INSUMOS PARA RECOLECCIÓN	Cant.
Agujas hipodérmicas desechables estéril (#18 1 ½)	150 u.
Jeringas 5cc lock C/A, 21Gx 1" Blister	150 u.
Multi – Sample Needle, Yellow, 20Gx1"	150 u.
Tubos tapa lila 4,5ml Pull cap	2 u.
Soporte para aguja Multi – Sample Needle (Campana)	2 u.
Torundas de algodón con alcohol (Swabs)	2 cajas
Contenedor P/Corto punzante 2,1 LT Optimatic	2 u.
INSUMOS PARA TRANSPORTE	
Gradilla de plástico para tubos de ensayo	2 (50 unidades)
Cooler plástico (almacenamiento y transporte) (5 lts)	1 equipo
Bolsas de gel refrigerante	4 u.
INSUMOS PERSONALES	Cant.
Guantes para exanimación – Caucho Nitrilo (Large)	2 Cajas (50 u.)
Overol veterinario (UDLA)	1 u.
Botas de caucho	1 par

Tabla 15

Insumos y equipos requeridos para la evaluación y diagnóstico de los animales en estudio.

MATERIAL Y EQUIPO PARA DIAGNÓSTICO	Cant.
Termómetro digital Omron Flex Temp Smart (10sg.)	2 u.
Reloj Casio Men's Watch Forester Timer Counter Ft-620I	1 u.
Lámpara de diagnostico de bolsillo (Luz blanca)	1 u.
Estetoscopio Rapaport Doble manguera	1 u.
Cinta equino-métrica (Coutry Supply)	1 u.

3.2.3 Materiales de laboratorio

- **Equipo Hematológico (Mindray bc 2800 vet)**

El equipo Mindray bc 2800 vet, es un analizador hematológico automático que permite obtener 19 parámetros hematológicos de hemograma, más 3 histogramas de análisis. Tiene una velocidad de conteo de 30 muestras por hora y un sistema de limpieza automatizado para la sonda de toma de muestras. Presenta una impresora graficadora térmica para mostrar los resultados y una pantalla a color LCD con una resolución de 640x480 (Mindray Co, 2012).

El principio de funcionamiento bajo el cual trabaja este equipo, es un sistema de conteo por resistencia eléctrica (impedancia eléctrica), el cual permite realizar un conteo y detectar el tamaño de los eritrocitos, plaquetas y leucocitos a través de la detección de los cambios en la resistencia eléctrica producida por una partícula suspendida en un diluyente conductor a su paso por una abertura. Por otro lado, a su vez este equipo presenta un método de fotometría sin cianuro para la determinación de hemoglobina en sangre, cuyo módulo se basa en la transformación química de la hemoglobina en cianometahemoglobina. Esto permite que esta sustancia absorba luz verde y

así se pueda medir la intensidad de la luz a través de cálculos logarítmicos que permiten obtener la concentración de hemoglobina (Mindray Co, 2012).

Posteriormente se incluyen gran parte de los materiales utilizados en el laboratorio clínico para el procesamiento de las muestras de sangre y desarrollo de los análisis de hemograma completo (Tabla 16).

Tabla 16

Insumos básicos requeridos para el procesamiento de muestras de sangre y elaboración de hemogramas completos en laboratorio.

INSUMOS PARA EL PROCESAMIENTO	
Materiales	Reactivos
Microscopio óptico	Colorante Wright
Centrifuga 3500 rpm	Diluyente de TÜRK
Espectrofotómetro	Aceite de inmersión
Gradillas plásticas	Agua (H ₂ O)
Capilares para lectura de microhematocrito	
Agitador de tubos	
Cámara de Neubauer	
Porta objetos	
Cubre objetos	
Cooler plástico (almacenamiento) (10lts)	
INSUMOS PERSONALES	
Guantes de látex desechables (#8)	
Filipina o pijama medica (Algodón)	
Mandil	
Cofia	
Gafas protectoras (plásticas)	
Registro de recolección de muestras	

3.2.4 Materiales y suministros de oficina

Tabla 17

Insumos y materiales de oficina.

INSUMOS	Cant.
Computadora portátil (hp)	1 equipo
Hojas papel bond tamaño carta para formulario y fichas	150 hojas
Carpetas para fichas y registros de muestras los equinos	5 ud.
Membretes rectangulares blancos	150 u.
Esferográficos (Rojo, azul, negro)	6 ud.
Lapicero porta minas (0,5)	3 ud.
Cinta adhesiva	2 ud.
Marcador punta fina (Rojo)	1 u.

3.3 Método

3.3.1 Fase de Diagnostico y Selección

Dentro de la planificación para la evaluación y selección de los animales clínicamente sanos, se desarrolló un calendario de trabajo ligado gran parte a la conveniencia de las actividades que se desarrollan en la institución policial y a su vez de acuerdo a las recomendación dadas por el laboratorio de diagnostico Livexlab. De esta manera de 104 caballos que conforman el ganado caballar de la UER, se crearon 21 grupos de 5 animales por grupo respectivamente, los cuales uno por uno se trabajarían diariamente, tanto para la evaluación diagnóstica como para el muestreo de los mismos.

La evaluación de los equinos se planificó en dos fases, las mismas que se desarrollaron durante la mañana y la tarde respectivamente (8:00 a 9:30am y 12:30 a 14:00pm). En ambas evaluaciones se realizó un chequeo clínico profundo en base a una anamnesis facilitada por el encargado de cada ejemplar y una exploración física minuciosa donde se valoró y recopiló

información de las constantes y parámetros fisiológicos conjuntamente a la valoración de la integridad corporal de los individuos en estudio (Anexo 1). A continuación y con el cumplimiento de la segunda fase de evaluación (12:30 a 14:00pm), se realizó el respectivo muestreo individual de todos los equinos del grupo para consecuentemente proceder al almacenamiento y transporte de las muestras hasta el laboratorio de referencia.

Una vez obtenidos todos los resultados finales del laboratorio, se realizó un análisis retrospectivo individual junto con la ficha clínica de campo y las tablas que contienen los parámetros hematológicos de referencia recomendados para el estudio, siendo estos los presentes en el Manual de Patología Clínica Veterinaria de F. Wittwer y del International Species Information System. De esta manera se estableció que todos los equinos que presentan un historial clínico de salud confiable con constantes fisiológicas dentro de rango al igual que los valores de hemograma como lo sugieren los referenciales, serán marcados y seleccionados como equinos clínicamente sanos para el estudio.

3.3.2 Fase de Campo

“La valoración precisa de los datos hematológicos dependen en buena medida de la toma, preparación y transporte adecuados de las muestras de sangre” (Smith, 2010, pp. 398). En base a estos conceptos y recomendaciones, la fase de campo para la toma y envío de muestras hematológicas fue programada en torno a lo sugerido por el libro de Medicina Interna de Grandes especies de Bradford P. Smith (2010, pp.398-399).

Luego de haber organizado los grupos experimentales con los que se trabajaría diariamente, se planteo un protocolo para el muestreo de los animales, en donde se manejaron varios principios técnicos para obtener muestras limpias y viables para el estudio:

- Una vez dada la evaluación de rutina y posterior a la alimentación de los caballos al medio día, se esperó un tiempo estimado de una hora y media a dos horas como lo recomienda el libro de Medicina y Cirugía en los Equinos de Deporte, justificando que la alimentación de los animales altera significativamente los resultados del hemograma, en donde generalmente el hematocrito y las proteínas totales tienden a elevarse (Hinchcliff et al., 2007, p. 1102).
- A continuación y luego del tiempo estimado, se procedió a realizar la limpieza y desinfección de la zona de punción, siendo en este caso por su fácil acceso y tamaño la vena yugular externa la utilizada para el muestreo.
- Manteniendo al caballo tranquilo dentro de su pesebrera y evitando el estrés del mismo, se tomó una aguja vacutainer de 20Gx1” junto a un tubo tapa lila con Acido etilendiaminotetraacético (EDTA) para realizar la inmediata extracción de la muestra de sangre (4,5ml). Seguidamente luego de la extracción se realizó la homogenización de la muestra durante 20 segundos con movimientos ligeros y circulares para evitar así la destrucción de células sanguíneas y la coagulación de la sangre.
- Con las muestras ya identificadas y homogenizadas, se procedió al almacenamiento en el cooler refrigerante a una temperatura interna promedio de 4 °C (Celsius).
- Inmediatamente terminado el muestreo de los animales del día, y siguiendo la recomendación del modelo a seguir, se efectuó el transporte de las muestras hacia el laboratorio (< 2 horas) para su posterior procesamiento.

3.3.3 Fase de Laboratorio

Es apropiado indicar que la fase de laboratorio en lo referente al procesamiento de las muestras, estuvo excluido del desarrollo práctico del presente trabajo, por lo que de manera responsable se limitó esta etapa a la entrega, y verificación de la calidad de las muestras ingresadas.

Junto a los técnicos del laboratorio (livexlab), se acordó manejar un registro de recepción para las muestras sanguíneas (Anexo 7), a través del cual se justificaba la calidad de las mismas y a su vez los datos generales de los caballos muestreados y la respectiva información de los servicios solicitados.

3.3.4 Interpretación de Resultados

A partir de los resultados hematológicos obtenidos del laboratorio de diagnóstico, y con el propósito de presentar intervalos de referencia para cada uno de los analitos del hemograma completo (14 analitos), se plantea un estudio estadístico a través del método analítico de cálculo de los intervalos de confianza al 95% para la estimación de medias, dentro de una población distribuida normalmente y con una varianza poblacional conocida a partir de estudios semejantes realizados en Chile y Estados Unidos especialmente (edades). Sin embargo es importante indicar que el trabajo estadístico utilizara herramientas como la media (\bar{x}), desviación estándar (σ), coeficiente de confianza, error estándar de la media y procesos matemáticos básicos (x , \div , \pm), los cuales facilitarán supremamente la parametrización y organización de los datos obtenidos en el trabajo experimental para la determinación de parámetros hematológicos en equinos clínicamente sanos.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de cumplir con los objetivos planteados al inicio de la presente investigación, se procedió a recopilar información y datos técnicos necesarios, para posteriormente ser procesados en base a un método estadístico como se indicó anteriormente para de esta manera obtener los intervalos de referencia de hemogramas para equinos clínicamente sanos de la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional. Por tal motivo, y para una mejor comprensión e interpretación de los resultados se realizaron tablas analíticas en Excel y algunos gráficos que detallan información ligada a la discusión de los mismos resultados.

La muestra total de animales clínicamente sanos incluidos en el presente estudio, fue de 98 caballos entre machos y hembras de distintas edades, los cuales estuvieron agrupados en cinco categorías (6 meses-1 años, 1-5 años, 5-10 años, 10-15 años, +15 años), para determinar de esta manera valores de referencia en los distintos grupos experimentales, teniendo en cuenta que todos los animales tienen un manejo similar durante su desarrollo y viven bajo las mismas condiciones.

A continuación se presenta el análisis de los resultados sobresalientes, siguiendo el orden de las variables mostradas en los análisis de hemograma completo.

4.1 Análisis y discusión de los resultados del hemograma.

4.1.1 Serie Roja

En torno a los resultados obtenidos y analizados de la serie roja, es decir, los intervalos de hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, volumen globular medio

(VGM) y la concentración globular media de hemoglobina (CGMH) (Tabla 4.1), se puede apreciar claramente e indicar que se encuentran dentro de los parámetros de referencia recomendados por el Manual de Patología Clínica Veterinaria de F. Wittwer (2000) (Anexo 4). Posiblemente estos resultados encajan debido a que existe una amplia similitud o acercamiento en relación al tipo de manejo de los caballos que se lleva en Ecuador y Chile. Por otro lado es conveniente revelar que gran parte de los caballos de la institución policial procedieron de la Republica de Argentina, siendo este un dato muy relevante debido a que los caballos tanto de Chile como de Argentina tienen muchas características en común en torno a su genética y conformación, esto posiblemente debido a la interacción y comercialización de ganado caballar entre ambos países vecinos.

Por otra parte, al realizar el análisis en relación a los intervalos de referencia dictados por el International Species Information System (ISIS, 1999) (Anexo 5), se aprecia que los resultados de la investigación tienden a incluirse igualmente dentro de los referenciales, aunque la amplitud en general de los intervalos presentados por el ISIS para estos parámetros, denotan un estudio más global (mundial), siendo esto una limitante si se pretende manejar esos rangos para el monitoreo de los animales en la zona y de esta manera estimar el progreso o retroceso de la salud en los caballos.

Puntualmente, en relación al hematocrito, hemoglobina y conteo eritrocitario (Tabla 18), no se aprecian cambios significativos que revelen un comportamiento diferente al normal. Sin embargo como se puede observar, al sobrepasar la edad adulta (>15 años), dichos valores tienden a decrecer aparentemente, lo cual apunta a un posible comportamiento fisiológico normal debido a los trastornos degenerativos naturales que va sufriendo el organismo del animal, y a su vez puede deberse a la decadencia en la actividad física de los mismos (sedentarismo). Sin embargo algo relevante que se puede apreciar aunque no muy notable y a pesar de que no sobrepasa los límites recomendados en los intervalos de referencia, es el incremento del recuento

eritrocitario en la categoría de 1-5 años de edad. Esto probablemente sea debido a las características conductuales y naturales que definen a estos animales (inquietos, nerviosos, activos, etc.), lo que genera un estímulo fisiológico central vagal para que se unan a la circulación mayor cantidad de células almacenadas principalmente del bazo (Reed et al., 2005, pp. 803-804).

Con respecto a los resultados de VGM y CGMH, se puede estimar que existe una variación significativa (Tabla 18), debido a que los resultados tienen una tendencia a encontrarse en los límites inferiores de los intervalos modelo. De igual manera esto deja ver un comportamiento creciente y proporcional a la edad de los animales, lo cual fisiológicamente sugiere ser indicativo de la calidad de renovación celular que tiene el organismo mientras madura, lo que no sucede al llegar a edad adulta (+15 años). Posiblemente este incremento proporcional de los valores para VGM y CGMH se deba también, a la inclusión de mayor cantidad de células rojas por exigencia física de resistencia ya que como lo indican algunas investigaciones, los caballos destinados a entrenamiento de potencia no manifiestan modificaciones permanentes en los parámetros hemáticos normales en reposo. (Instituto de Ciencias de la Salud CES, 2006).

Tabla 18

Parámetros normales de referencia para datos del eritrón en caballos según sus edades.

ANALITO		EDADES				
		0,6-1 año	1-5 años	5-10 años	10-15 años	>15 años
Hematocrito		0,31 - 0,33	0,37 - 0,41	0,37 - 0,41	0,37 - 0,40	0,34 - 0,40
	L/L					
	σ	(\pm 0,01)	(\pm 0,05)	(\pm 0,05)	(\pm 0,05)	(\pm 0,04)
	\bar{x}	0,32	0,39	0,39	0,39	0,37
Hemoglobina		94,7 - 116,2	122 - 137,1	122,94 - 137	125,76 - 135,5	113,6 - 136,39
	g/L					
	σ	(\pm 7,78)	(\pm 18,42)	(\pm 18,71)	(\pm 15,72)	(\pm 14,24)
	\bar{x}	105,5	129,5	130	130,6	125
Eritrocitos		7,32 - 8,48	8,7 - 9,66	7,82 - 8,68	7,71 - 8,29	6,95 - 8,45
	$\times 10^{12}$ /L					
	σ	(\pm 0,42)	(\pm 1,18)	(\pm 1,15)	(\pm 0,94)	(\pm 0,92)
	\bar{x}	7,9	9,18	8,25	8	7,69
VGM (cal)		39,52 - 41,48	40,8 - 42,88	45,95 - 48,45	48,04 - 50,52	46,12 - 49,54
	fL					
	σ	(\pm 0,71)	(\pm 2,54)	(\pm 3,32)	(\pm 4)	(\pm 2,14)
	\bar{x}	40,5	41,84	47,2	49,28	47,83
CGMH		318,2 - 373,7	332,5 - 339	332,5 - 337,1	330,8 - 339,1	332,5 - 352,7
	g/L					
	σ	(\pm 7,07)	(\pm 7,85)	(\pm 6,08)	(\pm 13,38)	(\pm 12,61)
	\bar{x}	328	335,76	334,85	335	342,67
		VGM: Volumen Globular Medio		fL: Fentolitro		\bar{x} : Media
		CGMH: Concentración Globular media de hemoglobina		g: Gramos		σ : Desviación estándar

4.1.2 Serie Blanca

De acuerdo a los resultados obtenidos y evaluados de la serie blanca en la presente investigación, es decir el recuento leucocitario y sus diferenciales (Tabla 20), podemos indicar en términos generales que dichos resultados se encuentran inmersos tanto en los rangos de referencia del Manual de Patología Clínica Veterinaria de F. Wittwer (2000), como dentro de los intervalos presentados por el ISIS (1999). Sin embargo, se puede considerar que los resultados hallados en relación a los presentados por el ISIS, tienden a agruparse en los límites inferiores, lo que no sucede tomando en cuenta el Manual de Wittwer ya que se aprecia una distribución más homogénea y que encaja con sus rangos. Esta diferencia posiblemente se deba al tipo y a las circunstancias de la población experimental de cada estudio y sin duda al

tamaño de la muestra poblacional, a pesar de que como se puede observar, existe mucha coincidencia con los estudios realizados en Chile.

Por otro lado, es necesario señalar que existe mucha controversia con los rangos presentados por el ISIS (1999), posiblemente debido a la incomprensible distribución de los intervalos por edades que presenta este modelo. Smith (2010, p. 409) considera que en los primeros 2 años de vida de los caballos, existe una transición muy amplia en lo que tiene que ver con el comportamiento de los leucocitos y su relación entre ellos (Tabla 19), por lo cual presentar un intervalo de referencia que va desde los 8 días hasta los 3 años de edad (ISIS, 1999), posiblemente abarque a los resultados comparativos aunque probablemente ese análisis no justifique la realidad precisa por la que está pasando ese potro o potra.

Tabla 19

Comportamiento fisiológico de la relación neutrófilos / leucocitos en los primeros años de vida de los caballos.

INDICE	
EDAD	Neutrófilos/Leucocitos
Nacimiento	2,8
1 – 2 meses	1,1
6 – 8 meses	0,9
1 – 2 años	1
+ 2 años	2

Fuente: SMITH, 2010, p. 409.

En lo que concierne al comportamiento de las células blancas en los animales incluidos en el estudio y en relación a la variable edad, se observa claramente que tanto el recuento total de leucocitos como el de neutrófilos, linfocitos y monocitos, aparentemente se ve incrementado en la categoría de animales que van desde 1 año hasta los 5 años de edad, a pesar de que se encuentran

dentro de lo permitido por los intervalos de referencia comparativos. Esto podría deberse como se explico anteriormente al comportamiento y actitud habitual que presentan estos animales, lo cual los hace entrar en etapas de estrés y/o excitación más fácilmente o a su vez debido a factores extrínsecos que perturban su estado natural (manipulación, ruidos, etc.). De esta manera se genera en los animales una respuesta que se da por la liberación de hormonas como la adrenalina, la cual estimula la movilización de estas células a la circulación, provocando así un incremento en la del recuento celular periférico (Reed et al., 2005, p. 816).

Es importante indicar, con respecto a los monocitos, que existe una diferencia notable en los resultados de la categoría de 6 meses a 1 año de edad en relación a los intervalos marcados como modelos. En este caso se aprecia que el límite máximo del intervalo experimental de estas células, sobrepasa los límites referenciales dictados por ambos autores (ISIS, 1999; Wittwer, 2000), teniendo que aclarar que posiblemente este acontecimiento se deba a la insignificante muestra poblacional que presenta este grupo (2 potras), lo cual no permite mostrar un dato significativo y sustentable para el análisis.

En torno al análisis de los resultados que corresponden a los intervalos de referencia para eosinófilos y basófilos del presente trabajo, podemos precisar que se mantienen dentro de los rangos permitidos tanto por F. Wittwer (2000) como por el ISIS (1999), a pesar de que es notable que los valores encontrados se encuentran en los límites inferiores, lo cual clínicamente como se ha indicado anteriormente no tiene un valor diagnostico significativo, a pesar de que varios autores han demostrado que cuadros de eosinopenia, resultan de infecciones agudas, administración o liberación de corticosteroides o epinefrina y en situaciones de estrés.

Finalmente es importante indicar que al realizar la evaluación de las células inmaduras, es decir metamielocitos, mielocitos y en banda, no se pudo recopilar mucha información que aporte con el análisis, debido a que tan solo 3

animales del total de la población experimental muestreada (103) presentaron valores mínimos insignificantes de neutrófilos en banda, dentro de los cuales se presume que 2 animales son clínicamente sanos, mientras que el otro caballo fue separado del grupo ya que venía presentado un problema inflamatorio crónico durante los últimos 6 meses.

Tabla 20

Parámetros normales de referencia para datos del Leucón en caballos según sus edades.

ANALITO	EDADES				
	0,6-1 año	1-5 años	5-10 años	10-15 años	+15 años
Leucocitos	7,9 – 7,92	8,65 – 10,33	7,04 – 8,34	6,88 – 7,72	5,83 – 7,87
X10⁹ /L	σ (± 0,01)	(± 2,05)	(± 1,72)	(± 1,36)	(± 1,28)
	\bar{x} 7,91	9,49	7,69	7,30	6,85
Neutrófilos	4,03 – 4,97	4,33 – 5,47	3,99 – 4,97	4,05 – 4,89	3,66 – 5,56
X10⁹ /L	σ (± 0,34)	(± 1,40)	(± 1,29)	(± 1,36)	(± 1,19)
	\bar{x} 4,5	4,9	4,48	4,47	4,61
Linfocitos	1,02 – 3,96	3,42 – 4,66	2,5 – 3,48	2,43 – 2,68	1,75 – 2,43
X10⁹ /L	σ (± 1,06)	(± 1,52)	(± 1,30)	(± 0,54)	(± 0,43)
	\bar{x} 2,49	4,04	2,99	2,51	2,09
Monocitos	0 – 1,1	0,15 – 0,31	0,13 – 0,27	0,09 – 0,13	0,02 – 0,10
X10⁹ /L	σ (± 0,45)	(± 0,19)	(± 0,18)	(± 0,08)	(± 0,05)
	\bar{x} 0,48	0,23	0,20	0,11	0,06
Eosinófilos	0,05 – 0,83	0,09 – 0,17	0,09 – 0,18	0,11 – 0,23	0,02 – 0,10
X10⁹ /L	σ (± 0,28)	(± 0,10)	(± 0,12)	(± 0,19)	(± 0,05)
	\bar{x} 0,44	0,13	0,14	0,17	0,06
Basófilos	NA	0 – 0,04	0 – 0,02	0 – 0,03	0 – 0,05
X10⁹ /L	σ -	(± 0,04)	(± 0,03)	(± 0,05)	(± 0,04)
	\bar{x} -	0,02	0,01	0,02	0,02
fL: Fentolitro \bar{x}: Media NA: No aplicable g: Gramos σ: Desviación estándar					

4.1.3 Plaquetas

De acuerdo a los intervalos obtenidos del recuento plaquetario en el presente estudio (Tabla 21), debemos indicar primeramente que por falta de un grupo experimental más amplio en la categoría de animales que van de 6 meses a 1

año, no se logro obtener un valor exclusivo de referencia ya que solamente se obtuvo un resultado de este recuento, por lo cual los métodos estadísticos no eran aplicables en este caso.

En relación a los intervalos recomendados por Wittwer (2000), se puede apreciar que existe una ligera variación debido a que el rango obtenido del estudio se extiende un poco más del límite máximo permitido por este autor, aunque esta elevación se ve más marcada en los animales que van desde 1 año a 5 años de edad. Posiblemente este evento se presenta como consecuencia de lo que se ha venido indicando, es decir que estos animales tienden a presentar un comportamiento más activo y enérgico que provoca mayor excitabilidad y estrés en ellos, aumentando de esta manera sus niveles plaquetarios en circulación. En este caso es importante revelar que las plaquetas al igual que los eritrocitos son secuestradas en el bazo y que según datos sugeridos, es posible que consecuentemente a una contracción esplénica el numero de plaquetas circulantes tienda a incrementarse en un 30% o hasta un 50% (Reed et al., 2005, p. 826).

En cuanto a los valores de referencia propuestos por el ISIS (1999), podemos precisar que abarcan a los presentados por el trabajo experimental, teniendo que comentar que no se entiende la razón por la cual el ISIS no presenta valores de referencia del recuento plaquetario para la categoría de potros machos de 8 días a 3 años de edad.

Tabla 21

Parámetros normales de referencia para datos de la serie plaquetaria en caballos según sus edades

ANALITO		EDADES				
		0,6-1 año	1-5 años	5-10 años	10-15 años	>15 años
Plaquetas		N. A.	124,8 – 142,4	111,9 – 125,7	112,1 – 124,2	96,5 – 133,8
X10 ⁹ /L	σ	-	(\pm 21,56)	(\pm 16,81)	(\pm 19,52)	(\pm 23,31)
	\bar{x}	-	133,64	118,83	118,21	115,17
		N.A.: No aplicable L: Litro	\bar{x} : Media σ : Desviación estándar			

4.1.4 Proteínas Totales y Fibrinógeno Plasmático

En lo que concierne a los resultados de proteínas totales y fibrinógeno (Tabla 22), se realizó un estudio solamente de acuerdo a los modelos referenciales planteados por Wittwer (2000), ya que por algún motivo desconocido no se presentan intervalos de referencia por parte del ISIS.

De acuerdo a los rangos obtenidos de estos dos analitos, se puede observar que se encuentran contenidos dentro de los presentados como piloto, aunque existe una tendencia de los resultados a ubicarse en la zona inferior del los intervalos. Este efecto puede deberse, luego de descartar cualquier factor intrínseco fisiológico y/o patológico del animal al tipo de esquema alimenticio al cual están sujetos en la institución policial, siendo este un análisis importante de realizar posteriormente a esta investigación debido a los inconvenientes que se han presentado en dicha institución en torno a la calidad del alimento (nutrición y alimentación).

Existe mucha variación entre investigaciones y autores con respecto a los intervalos de referencia para el fibrinógeno, más que todo en la amplitud de los rangos, motivo por el cual posiblemente los estudios realizados por el ISIS no muestran parámetros de referencia para este analito e incluso para proteínas totales.

Tabla 22

Parámetros normales de referencia para datos de proteínas totales y fibrinógeno en caballos según sus edades.

ANALITO	EDADES				
	0,6-1 año	1-5 años	5-10 años	10-15 años	>15 años
Proteínas t.					
g/L	59 – 63	69,35 – 72,39	69,82 – 72,7	70,82 – 73,74	66,57 – 72,77
σ	(\pm 1,41)	(\pm 3,71)	(\pm 3,81)	(\pm 4,54)	(\pm 3,88)
\bar{x}	61	70,87	71,26	72,23	69,67
Fibrinógeno					
g/L	0,52 – 2,48	1,54 – 2,2	1,45 – 1,95	1,52 – 1,98	1,25 – 2,09
σ	(\pm 0,71)	(\pm 0,81)	(\pm 0,67)	(\pm 0,74)	(\pm 0,52)
\bar{x}	1,50	1,87	1,70	1,75	1,67
<p>g: Gramos \bar{x}: Media L: Litro σ: Desviación estándar</p>					

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio realizado en el presente trabajo con la finalidad de determinar parámetros hematológicos en hemogramas de equinos clínicamente sanos a 2800 msnm, cabe reiterar que se efectuó un análisis bioestadístico para crear rangos de referencia categorizados por edades y que incluyen todos los analitos que componen el hemograma completo e incluso un par de variables muy importantes y decisivas al momento de realizar la interpretación diagnóstica del hemograma (proteínas totales y fibrinógeno). Dichos resultados de parametrización tienen como propósito, servir como modelo referencial y como herramienta medica, prioritariamente en la institución policial (UER) ya que la población experimental fue tomada del mismo lugar, y a su vez esto se debe a la necesidad de manejar datos más exactos y fiables en el desempeño laboral por parte de los profesionales veterinarios de la unidad.

En base a los datos encontrados a partir del desarrollo de la investigación, se ha logrado revelar las siguientes conclusiones:

- En torno a los protocolos y técnicas utilizadas para la recolección, envío y procesamiento de las muestras sanguíneas con fines analíticos, se puede señalar y confirmar que la información recomendada por Smith (2010, pp. 398-399) para estas actividades, permite obtener buenos resultados, los mismo que se observaron en las muestras de sangre obtenidas de los caballos en estudio, siendo esto constatado por los técnicos del laboratorio Livexlab a través de la verificación y control de calidad de las muestras ingresadas para ser procesadas.
- En relación a los resultados de los analitos hematológicos obtenidos en el presente estudio, se puede señalar que son intervalos muy estrechos en las distintas categorías y grupos experimentales, por lo cual deben

ser considerados como intervalos de referencia exclusivamente para el manejo de los equinos pertenecientes a la Unidad de Equitación y Remonta de la Policía Nacional. Por otro lado, esta información revela que no existe mayor variación de los resultados principalmente de la serie roja debido a la altura (2800 msnm). Este juicio se ve confirmado por un estudio realizado en Antioquia – Colombia, el cual a través de un seguimiento durante 2 años a un grupo de 400 caballos, logro concluir que “No se presentan adaptaciones hemáticas a la altura cuando esta es menor de 3000 msnm” (Instituto de Ciencias de la Salud CES, 2006, p. 20); en este caso, los animales viven a 2800 msnm por lo cual no se genera una eritropoyesis adaptativa.

- Haciendo una comparación de los resultados del trabajo en relación a los intervalos de referencia utilizados como modelo (Wittwer, 2000; ISIS, 1999), podemos indicar que posiblemente por ser estudios globales y extensos en base a grupos poblacionales amplios, estos abarcan a todos los rangos obtenidos en el presente estudio. Sin embargo hay que tomar en cuenta que esta amplitud puede genera fallas en la determinación e identificación de animales sanos y enfermos en nuestro caso, como sucedió con algunos de los animales separados del grupo experimental debido a que realmente presentaban algún tipo de alteración o patología lo cual no se reflejaba en relación a los valores hematológicos expuestos como modelo, principalmente refiriéndose a los presentados por el International Species Information System (ISIS).
- Contrario a lo esperado, en este trabajo no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los resultados de las variables de la serie roja, blanca y plaquetas que muestren amplitud en los rangos de referencia comparativos, aunque se pudo apreciar la forma en que estas células tienden a comportarse fisiológicamente durante el transcurso de la vida de los animales.

- En lo que concierne a los resultados obtenidos de los animales gerontes y/o adultos mayores de 15 años, se puede apreciar fácilmente que sus niveles celulares hematológicos en general tienden a disminuir, siendo este uno de los hallazgos más significativos en relación a los demás estudios de referencia. De todas maneras se puede deducir que dicho decremento está relacionado con la capacidad regenerativa y renovadora del organismo y básicamente de la médula ósea, característica que en estos animales se ve mermada.
- A pesar de que la variable sexo no se incluía en el presente estudio, podemos demostrar que en base a los análisis estadísticos realizados, no existe mayor variación y/o dispersión de los datos en cada categoría estudiada. Esta hipótesis, a su vez se sustenta en un estudio realizado en Antioquia – Colombia, donde indican que la posible causa de que no exista variación en los valores hematológicos de los animales machos y hembras, se debe a que son sometidos a las mismas actividades diarias tanto de trabajo como de alimentación y manejo (Instituto de Ciencias de la Salud CES, 2006).

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

Existen muchas ideas que se mantienen latentes entorno al presente trabajo de investigación, siendo algunas de estas posiblemente críticas constructivas en beneficio de la medicina y sus repercusiones en la sociedad, por lo cual se han presentado las siguientes recomendaciones:

- A pesar de que la metodología y técnica utilizada en el procesamiento de las muestras sanguíneas para la obtención de los hemogramas completos fue apropiada y sin duda puede ser recomendada para futuros estudios, es importante sugerir que existe la posibilidad de obtener resultados más precisos y exactos, a través de la implementación de un sistema analítico hematológico más avanzado en relación al equipo de impedancia utilizado en el presente estudio, siendo este cualquier equipo cuyo principio técnico este basado en la citometría de flujo; a pesar de que esto implica principalmente mayor inversión financiera tanto para los laboratorios veterinarios como para las personas que exijan el servicio.
- Luego de revelar que no existe una variación significativa entorno a los intervalos hematológicos encontrados en la presente investigación y en relación al factor altura, es factible recomendar un estudio más profundo del comportamiento hematológico de estos equinos, posiblemente siendo necesario analizarlos bajo un sistema de ejercicio y entrenamiento con el fin de evaluar su respuesta hematológica, bioquímica sérica y sin duda su rendimiento.
- Al poder comprobar que no es recomendable desde el punto de vista clínico-diagnostico utilizar valores de referencia genéricos planteados por otros países y regiones, es de suma importancia y necesario

recomendar a todos los profesionales inmiscuidos en este campo laboral, a que desarrollen trabajos investigativos para la creación de parámetros de referencia particulares en lo posible o por lo menos sectoriales y/o regionales, ya que esto genera muchos beneficios que repercutirán sin duda en la calidad de servicio prestados por el mismo profesional y mucho más importante con el fin de mejorar el estilo de vida y bienestar de los animales.

- Una de las sugerencias específica y relacionadas con el presente trabajo, sin duda es la de complementarlo y profundizarlo entorno a los resultados que no fueron muy significativos, como es el caso de los obtenidos en la categoría de animales que van de los seis meses al año de edad, debido en gran parte a la falta de animales selectos. Es muy importante que se fortalezca estos lazos ya que muchos profesionales como Bradford P. Smith (2010, p. 243) concuerdan en que uno de los periodos críticos en la vida de los caballos y que mayor mortalidad presenta es el comprendido por los primeros meses de vida.
- A pesar de que se aprecia que los animales criados en la UER se mantienen en muy buenas condiciones de salud, lo cual fue respaldado con la evaluación clínica y exámenes de laboratorio desarrollados, es importante recomendar a los profesionales del área veterinaria que profundicen los estudios diagnósticos frente a cuadros patológicos o a su vez como plan de prevención de enfermedades; esto puede hacerse manipulando herramientas medicas como la propuesta en el estudio, con el fin de obtener mayor información y así resultados más precisos y reales de la situación de cada paciente e incluso de toda la población inmiscuida.

REFERENCIAS

- Arias, M., Pérez, P. (2006). Comparación de los valores de Hemoleucograma entre caballos de carreras Pura Sangre Ingles velocistas y fondistas del hipódromo Los Comuneros de Guarne. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, (1), 7-12.
- Arias, M., Pérez, P. (2006). Comparación de los valores de Hemoleucograma según la edad y el sexo en caballos Pura Sangre Ingles del hipódromo Los Comuneros de Guarne. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, (1), 14-20.
- Cunningham, J. G. (2004). Fisiología veterinaria. Madrid, España: Elsevier.
- Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A. y Massarini, A. (2009). Curtis Biología. Buenos Aires, Argentina: Medica Panamericana.
- Hinchcliff, K., Kaneps, A., Geor, R. y Bayly, W. (2007). Medicina y Cirugía en los Caballos de Deporte. Buenos Aires, Argentina: Inter-Médica.
- International Species Information System (1999). Reference Ranges for Physiological Data Values. Revista ISIS, (-), 1-6.
- Kelly, W. R. (1972). Diagnostico Clínico Veterinario. Barcelona, España: Compañía Editorial Continental.
- Kraft, H. y Shillinger, D. (1998). Métodos de Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria de Mamíferos Domésticos. (1a. ed.). Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Larrea, C. O. (2010). Caracterización zoométrica y diagnostico de los sistemas de producción de caballos criollos en el Cantón Chambo: Introducción. Tesis de Ingeniería no publicada, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Morales, M. J. (2009). Atlas de hemocitología veterinaria. Zaragoza, España: Grupo Asis Biomedia.

Paredes, C. F. (2012, abril). [Entrevista con Fernando Navarrete, médico veterinario de la Unidad de Equitación y Remonta de la policía nacional: Intervalos hematológicos de referencia en equinos]. Reunión personal.

Reed, S., Bayly, W., Sellon, D. (2005). Medicina Interna Equina. (2ª. ed.). Buenos Aires, Argentina: Inter-Médica.

Restrepo, C. V. et al. (2010). Determinación de los valores fisiológicos del sodio, el potasio y el ion en plasma, con su variación pre y postejercicio, en caballos de paso fino en la sabana de Bogotá. Revista de medicina veterinaria, (20), 74-77.

Smith, B. P. (2010). Medicina Interna de Grandes Animales. Barcelona, España: Elsevier.

Villiers, E. (2009). Manual de Diagnóstico de laboratorio en Pequeños Animales. Barcelona, España: Ediciones S.

Wittwer, F. y Bohmwald, H. (1983). Manual de Patología Clínica Veterinaria. (1a. ed.). Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.

ANEXOS

Anexo 1.- Constantes fisiológicas de referencia para equinos clínicamente sanos.

Constantes fisiológicas de referencia			
Constantes	Unidades	Caballo Adulto	Potro
FC	lpm	30 - 40	-
Pulso	ppm	28 – 40	70 – 80
TLLC	seg.	2 - 3	-
Mucosas	-	Rosa pálido	-
FR	rpm	10 – 14	+
C.P.	-	Despejados	Despejados
Temp.	°C	37,2 – 38.0	37.5 – 38,6

FC: Frecuencia Cardíaca

FR: Frecuencia Respiratoria

TLLC: Tiempo de llenado capilar

CP: Campos pulmonares

Temp: Temperatura

+: Mayor

Mucosas: Pálidas, hiperémicas, ictericas, cianóticas, ulcerativas, hemorrágicas, inflamadas.

Pulso normal: Regular en secuencia, amplitud y fuerza / vaso lleno y bien distendido.

Fuente: Libro de Diagnostico Clínico veterinario de Kelly, 1972; Libro de Medicina y Cirugía en los Equinos de Deporte de Hinchcliff et al., 2007, (...).

Anexo 2.- Signos clínicos observados en los equinos, para la estimación del porcentaje de deshidratación.

	% Peso Corporal	Déficit de volumen (L) (Caballo 450Kg)	Signos Clínicos
Leve	5 – 6	~20 - 30	Membranas mucosas pegajosas, disminución de la turgencia cutánea
Moderada	7 – 9	~30 - 40	Membranas mucosas secas, depresión, ojos hundidos
Grave	+ 9	+ 40	Extremidades frías, decúbito, moribundo

Kg: Kilogramos
L: Litros
%: Porcentaje

Fuente: Libro de Medicina y Cirugía en los Equinos de Deporte de Hinchcliff et al., 2007, p. 1053.

Anexo 3.- Sistema de puntuación para la estimación del estado corporal de los caballos.

Estado	Puntuación	Descripción
Malo	1	Grave emaciación, estructura ósea prominente, incluidas las vértebras cervicales y lumbares.
Muy delgado	2	Emaciación; estructura ósea aun prominente, pero vértebras cervicales son poco visibles.
Delgado	3	Cuello delgado; unión de cuello, cruz y hombros es acentuada; estructuras pélvicas permanecen prominente; apófisis transversas de las vértebras lumbares no se pueden palpa.
Modernamente Delgado	4	Costillas prominentes; la columna es aun aparentemente pero no las vértebras en forma individual; cuello, cruz y hombros normales.
Moderado	5	Las costillas no son visibles pero se palpan con facilidad; el cuello se une en forma suave con la cruz y los hombros; dorso plano.
Moderadamente Carnoso	6	El cuello, hombros y cruz parecen más rellenos y redondeados; el dorso puede tener una ligera depresión a lo largo de la columna; la base de la cola y las costillas presentan una cobertura "carnosa".
Carnoso	7	Grasa depositada sobre la cruz y el cuello; depresión en el dorso a lo largo de la columna más visible; carnosidad sobre la base de la cola y las costillas.
Gordo	8	Engrosamiento del cuello; el surco en la línea media dorsal a lo largo de la columna está bien marcado; es difícil palpar las costillas; acumulo de grasa sobre la grupa.
Muy gordo	9	Masa lipídica voluminosa en el cuello, la cruz y los hombros; el surco en la línea media dorsal a lo largo de la columna es prominente; paquetes de grasa sobre las costillas.

Fuente: Libro de Medicina y Cirugía en los Equinos de Deporte de Hinchcliff et al., 2007, p. 955.

Anexo 4.- Valores Hematológicos de referencia para equinos clínicamente sanos según el libro de Patología Clínica Veterinaria de F. Wittwer y de acuerdo a los planteados por el laboratorio de diagnóstico Libexlab Ecuador.

Analito	Unidades	Referencia (Livexlab)	Referencia (F. Wittwer)
Hematocrito	L/L	0,32 - 0,52	0,35 - 0,47
Hemoglobina	g/L	111 - 190	112 - 164
Eritrocitos	X 10 ¹² /L	6,5 - 12,5	6,0 - 9,5
VGM calculado	fL	34 - 52	40 - 61
CGMH	g/L	310 - 370	320 - 390
Plaquetas	X 10 ⁹ /L	100 - 600	90 - 210
Proteínas totales	g/L	60 - 80	68 - 84
Fibrinógeno	g/L	< 5	1 - 5
Leucocitos	X 10 ⁹ /L	5,5 - 12,5	5 - 11
Neutrófilos	X 10 ⁹ /L	2,7 - 6,7	2,2 - 6,1
Bandas	X 10 ⁹ /L	0	0
Metamielocitos	X 10 ⁹ /L	0	0
Mielocitos	X 10 ⁹ /L	0	0
Linfocitos	X 10 ⁹ /L	1,5 - 7,5	1,5 - 6,5
Monocitos	X 10 ⁹ /L	0 - 0,8	0 - 0,6
Eosinófilos	X 10 ⁹ /L	0 - 1,2	0,1 - 0,8
Basófilos	X 10 ⁹ /L	0 - 0,2	0 - 0,3

g: Gramos

L: Litros

fL: Fentolitros

M: Macho

H: Hembra

VGM: Volumen Globular Medio

CGMH: Concentración Globular Media de Hemoglobina

Fuente: Manual de Patología Clínica Veterinaria de Wittwer, 2000; Valores de referencia para Livexlab, 2012.

Anexo 5.- Valores Hematológicos de referencia para equinos clínicamente sanos según el International Species Information System (ISIS)

Análito	Unidades	Valores de Referencia (ISIS)					
		0 - 3 años M	0 - 3 años H	3 - 20 años M	3 - 20 años H	> 20 años M	> 20 años H
Hematocrito	L/L	0.241 - 0.450	0.270 - 0.474	0.240 - 0.519	0.263 - 0.469	0.216 - 0.560	0.243 - 0.587
Hemoglobina	g/L	89 - 161	100 - 163	92 - 170	92 - 177	73 - 184	89 - 197
Eritrocitos	X 10 ¹² /L	5.03 - 11.70	6.96 - 12.8	4.94 - 9.77	4.98 - 11.40	4.76 - 11.10	4.74 - 10.50
VGM calculado	fL	34,6 - 63,7	32,3 - 51,6	44,0 - 57,6	41,1 - 59,2	30,5 - 69,4	38,7 - 67,4
CGMH	g/L	309 - 398	306 - 378	310 - 395	297 - 414	253 - 531	307 - 465
Plaquetas	X 10 ⁹ /L	-	26 - 312	87 - 277	100 - 203	115 - 581	107 - 273
Proteínas t.	g/L	-	-	-	-	-	-
Fibrinógeno	g/L	-	-	-	-	-	-
Leucocitos	X 10 ⁹ /L	5,500 - 14,40	6,8 - 15,9	3,38 - 12,20	3,70 - 13,40	3,300 - 16,00	4,60 - 11,80
Neutrófilos	X 10 ⁹ /L	1,420 - 7,480	2,620 - 8,030	1,860 - 8,020	1,820 - 8,300	0,840 - 10,70	1,840 - 9,680
Bandas	X 10 ⁹ /L	0.082	0	0.064 - 1.580	0 - 0.112	0.072 - 0.252	0.074 - 0.845
Metamielocitos	X 10 ⁹ /L	0	0	0	0	0	0
Mielocitos	X 10 ⁹ /L	0	0	0	0	0	0
Linfocitos	X 10 ⁹ /L	1,510 - 8,260	1,860 - 10,90	1,120 - 5,030	1,330 - 6,300	0,792 - 7,700	1,120 - 5,350
Monocitos	X 10 ⁹ /L	0,056 - 0,613	0 - 0,888	0,055 - 0,650	0,072 - 0,438	0,015 - 0,882	0,051 - 0,450
Eosinófilos	X 10 ⁹ /L	0,055 - 0,145	0,69 - 0,504	0,034 - 0,635	0 - 0,591	0,036 - 0,444	0,057 - 0,540
Basófilos	X 10 ⁹ /L	0,028 - 0,175	0 - 0,112	0,034 - 0,180	0 - 0,112	0,013 - 0,148	0,074 - 0,180

M: Macho	VGM: Volumen Globular Medio	g: Gramos	fL: Fentolitro
H: Hembra	CGMH: Concentración Globular Media de Hemoglobina	L: Litros	

Fuente: Pagina oficial del ISIS, 1999, pp. 1-6.

Anexo 6.- Ficha clínica para la evaluación clínica de campo de los equinos.



FICHA CLÍNICA (EQUINOS)

REGISTRO #



PREDIO / CRIADERO:

DIRECCION:

TELEFONO:

FECHA:

E-MAIL:

NOMBRE:

Fecha Nacimiento:

Edad:

Lugar Nacimiento:

ESPECIE:

RAZA:

SEXO: Macho _____ Hembra _____

COLOR CAPA:

CHIP:

ACTIVIDAD:

ANAMNESIS

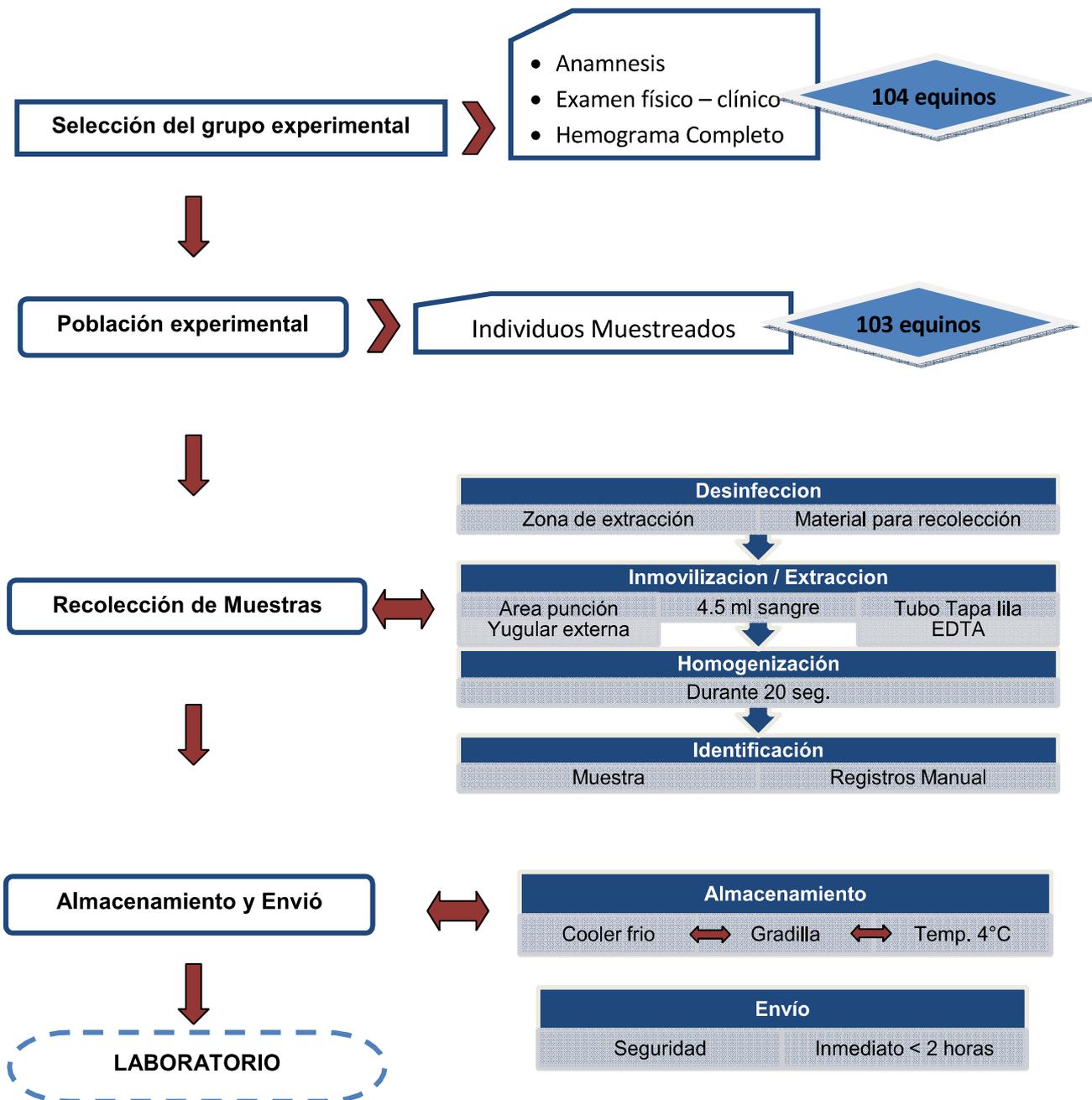
EXPLORACION FISICA

CONSTANTES		1 ^{ra} Valoración	2 ^{da} Valoración	
FC (lpm)				
Pulso (ppm)				
TLLC (seg.)				
Mucosas				
% Deshidratación				
FR (rpm)				
C. P.				
TEMP. (°C)				
C.C.				

FC: Frecuencia Cardiaca; FR: Frecuencia Respiratoria; TLLC: Tiempo de llenado Capilar; TEMP: Temperatura. lpm: Latidos por minuto; ppm: Pulsaciones por minuto; rpm: Respiraciones por minuto; seg: Segundos; kg: Kilogramos; CP: Campos Pulmonares; CC: Condición Corporal. Cada valoración se realiza con un intervalo de 6 horas (8 – 9 am / 2 – 3 pm).

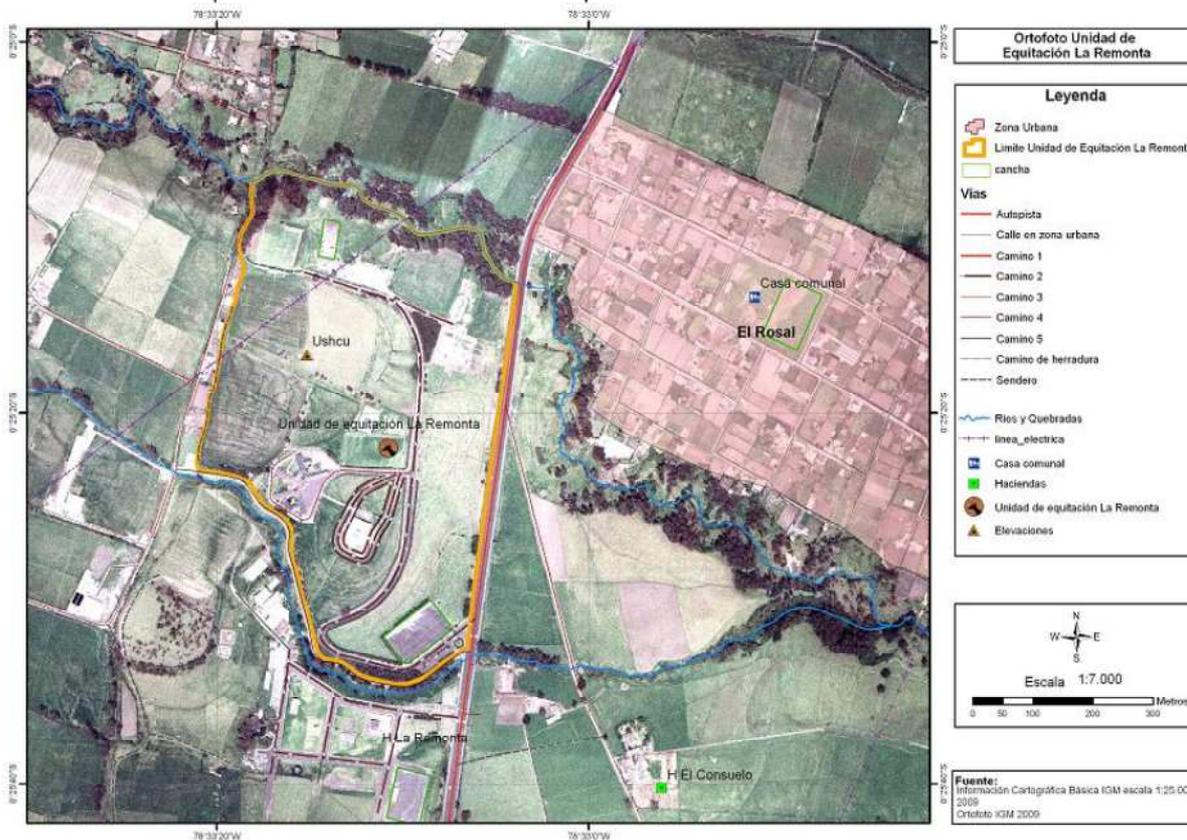
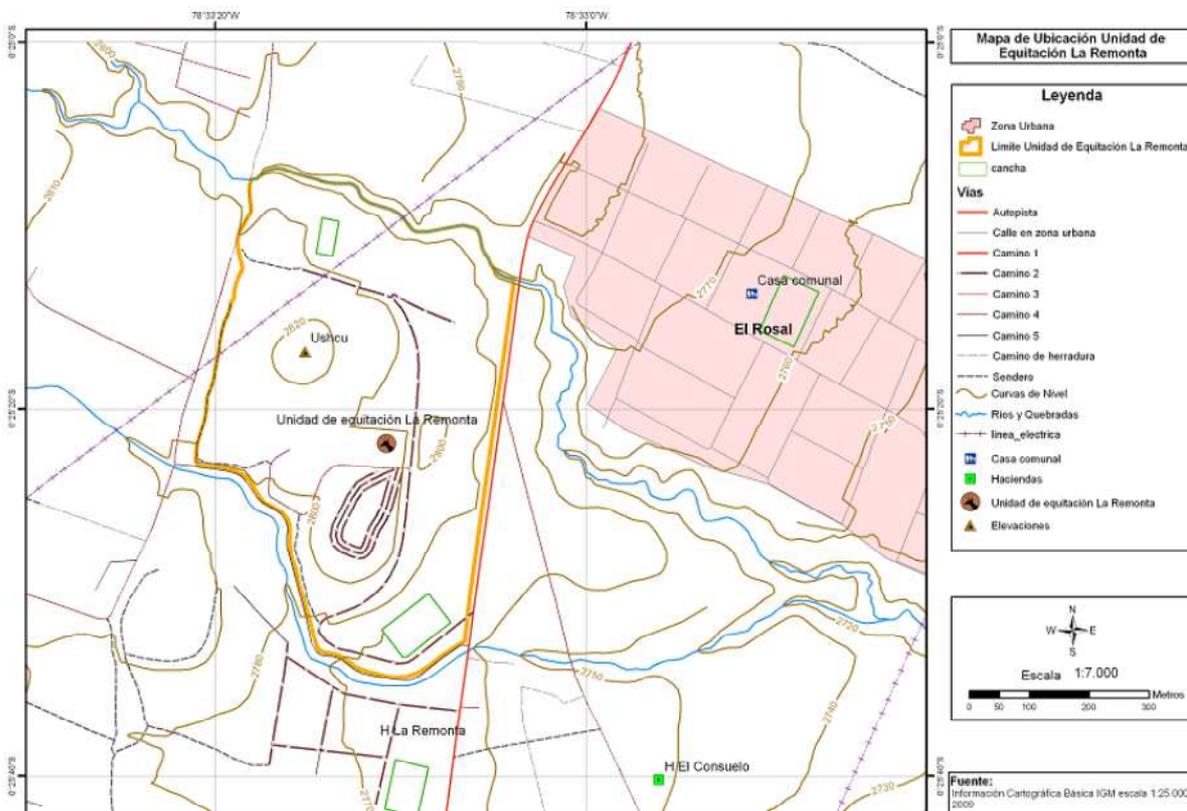
OBSERVACIONES:

Anexo 8.- Diagrama de flujo para la recolección y envío de muestras sanguíneas al laboratorio.



Fuente: Libro de Medicina Interna de Grandes Animales de Smith, 2010, pp. 398-399.

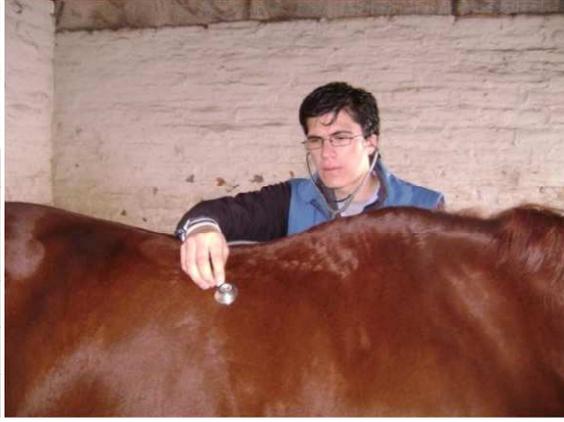
Anexo 9.- Mapa Cartográfico y ortofoto de la UER.



Anexo 10.- Evaluación clínica de los equinos previo a la recolección de muestras de sangre.







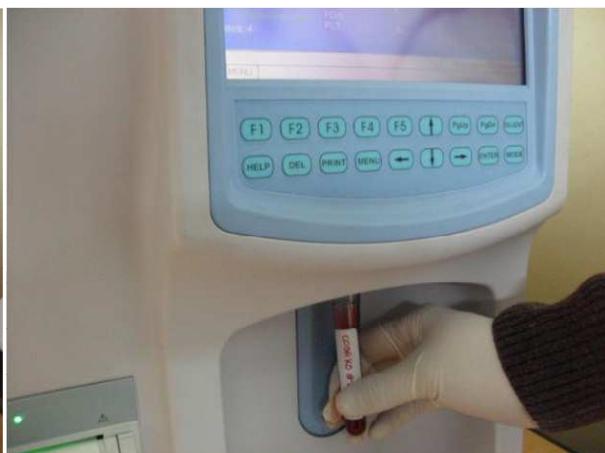


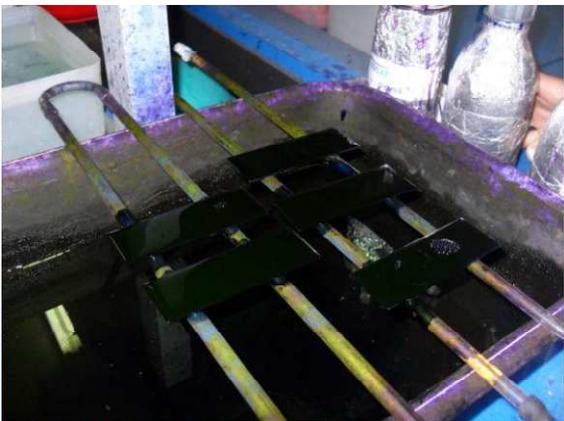
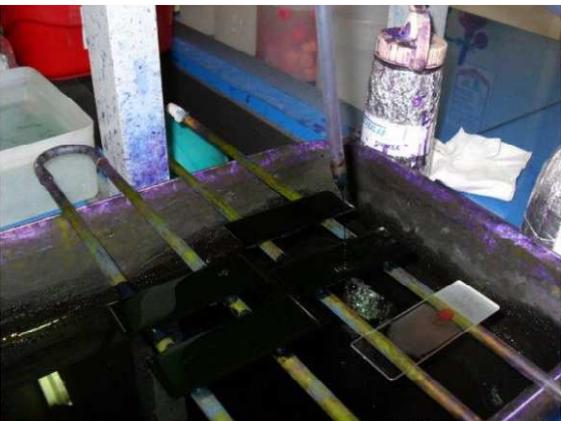
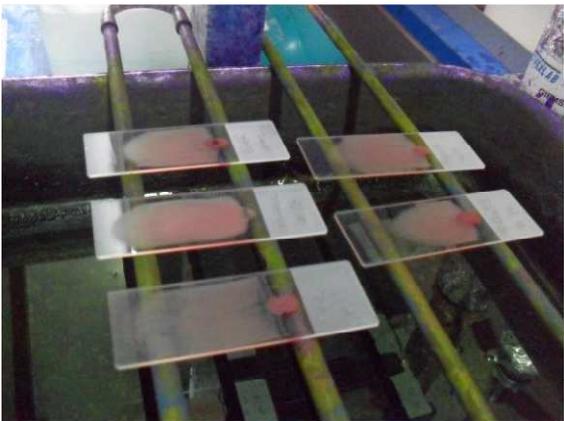
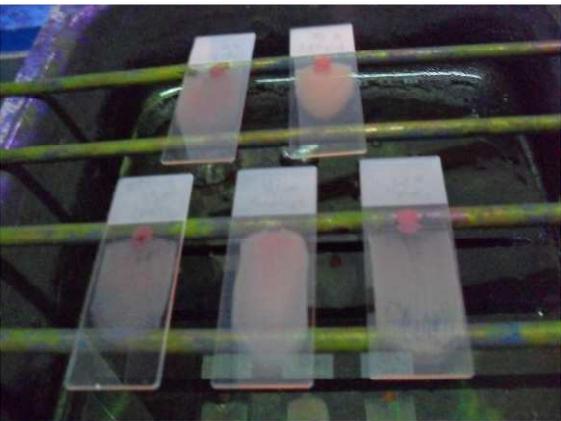
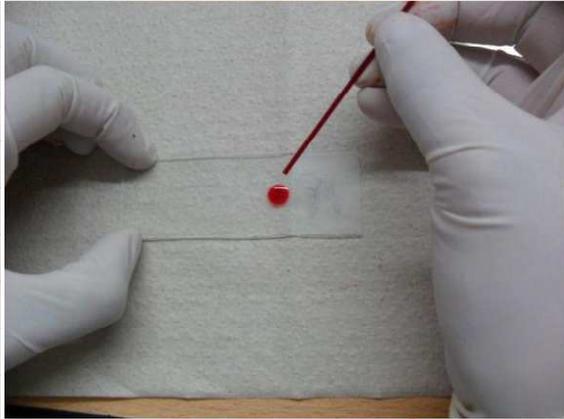
Anexo 11.- Recolección de las muestras sanguíneas para el envío al laboratorio.



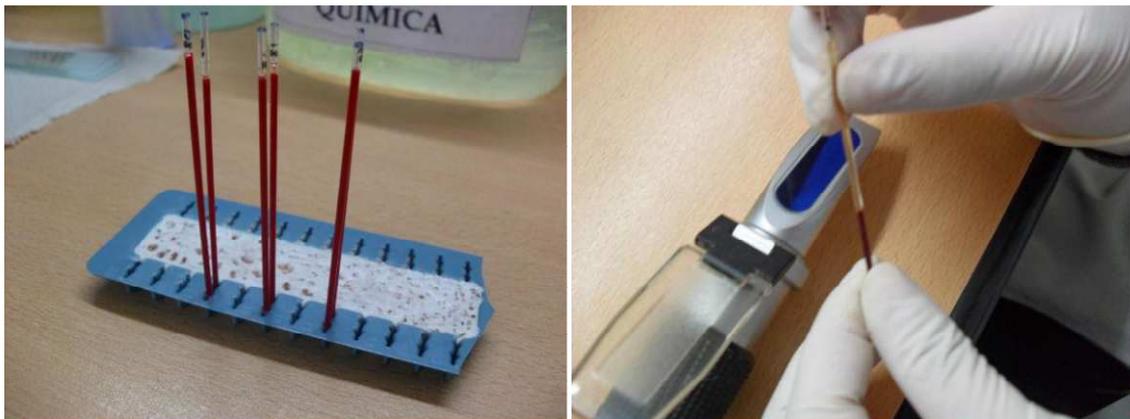


Anexo 12.- Procesamiento de las muestras sanguíneas (Livexlab) para la obtención de hemogramas completos.





Anexo 13.- Procesamiento de las muestras sanguíneas (Livexlab) para la obtención de proteínas totales y fibrinógeno plasmático (Refractometría).



Anexo 14.- Resultados de los análisis del hemograma completo individuales.



Caso: N-Tesis Paredes -43	Nombre Paciente: Terremoto
Edad: 11 ½ años	Raza: Mestizo
Propietario: U.E.R.P	Sexo: Macho
Clinica Veterinaria: No informa	Teléfono: 098508629
Médico Remitente: Dr. Cristian Paredes	Ubicación: Pichincha
Fecha y hora de toma de muestra: 2012-03-26 12:20	Responsable: N. Burbano
Anamnesis: NR.	Tratamientos antes de la toma de muestra: NR.

HEMOGRAMA CABALLO

Análito	Resultados	Unidades	Valores de referencia
Hematocrito	0.35	L/L	0.32 - 0.52
Hemoglobina	116	g/L	111 - 190
Eritrocitos	7.60	X 10 ¹² /L	6.5 - 12.5
VGM <small>calculado</small>	46	fL	34 - 58
CGMH <small>calculado</small>	331	g/L	310 - 370
Plaquetas	110	X 10 ⁹ /L	100 - 600
Proteínas totales	70	g/L	60 - 80
Fibrinógeno	1	g/L	< 5
Leucocitos	5.3	X 10 ⁹ /L	5.5 - 12.5
Neutrófilos	2.6	X 10 ⁹ /L	2.7 - 6.7
Bandas	0.0	X 10 ⁹ /L	0
Metamielocitos	0.0	X 10 ⁹ /L	0
Mielocitos	0.0	X 10 ⁹ /L	0
Linfocitos	2.5	X 10 ⁹ /L	1.5 - 7.5
Monocitos	0.0	X 10 ⁹ /L	0 - 0.8
Eosinófilos	0.1	X 10 ⁹ /L	0 - 1.2
Basófilos	0.1	X 10 ⁹ /L	0 - 0.2
Morfología de eritrocitos:	-		
Otros hallazgos:	-		
Relación PT:Fb	34 ref. >20		

ATENTAMENTE,

(Natalia Burbano)

MVZ Natalia Burbano
Coord. Del Area de Pequeñas Especies

(Cristina Montaño)

Mic. Cristina Montaño
DIRECTORA LIVEXLAB



“Hay algo en el exterior de un caballo que es bueno para el interior de un hombre”.

Sir Winston Churchill