



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE REFERENCIA DE ANALITOS
HEMATOLÓGICOS EN CABRAS ADULTAS DE TIPO LECHERO EN
UNA PRODUCCIÓN EN EL ALTIPLANO MEXICANO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

ROSA ELBA MARTÍNEZ GRIMALDO

Asesores:

Dr. Gerardo F Quiroz Rocha

MPA Yesmín María Domínguez Hernández

México, D.F.

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mi familia y amigos que siempre me han apoyado en tan largo y duro sueño, que me han dado su cariño, confianza y que en todo momento me dan los ánimos para continuar.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme sus puertas de la enseñanza.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá Rosa Grimaldo, a mi papá Ramón Martínez, a mis hermanos Ramón Eduardo y Héctor Javier, y a mi mejor amiga Aneris Ávila que han estado conmigo desde siempre y son parte fundamental de mi vida.

A mis amigas de la preparatoria Berenice Pérez, Karla Jiménez y Nidia Santamaría que compartieron conmigo la etapa tan divertida de la adolescencia y que a pesar de la distancia y los años aun siguen dándome su apoyo y amistad.

A mis mentores Genaro Jardón, Daniel Gómez, Abel Trujillo, Antonio Rodríguez, Jorge Antonio Lassard, Aydeé Flores, Elena Mateos y junto con mis asesores Gerardo Quiroz y Yesmín Domínguez, que me han brindado parte de su sabiduría para que yo pudiera recorrer con mayor facilidad este largo camino.

A mis colegas y amigos, especialmente a Patricia Ficachi, Andrea Hernández, Aldo Luna, Ollin Román, Celeste Martínez, Madeline Reyes, Verónica González, Héctor Regules, Rubén Juárez y Fabián González, que saben lo difícil que es este recorrido y que juntos nos echamos la mano para que no sea tan complicado.

A mis amigos y compañeros de Tequisquiapan, Querétaro: Abigail Hernández, Karina Barajas, Sandra Cisneros, María del Ángel Bonilla, Wilfredo Mena, Heriberto Rivera, Gerardo Soriano, Carlos Pasillas, Mario Hidalgo, Ana Villegas, Javier Mendoza, Alfredo Rodríguez, Enrique Martínez, Enrique Morales, Alonso Sánchez, Diana Ortiz y Vanessa Alfaro que compartieron conmigo esa

maravillosa experiencia de vivir lejos del hogar y por el hermoso lazo de hermandad que se formó por tan linda convivencia.

Gracias al apoyo de los trabajadores del CEIEPAA y en especial a Alejandro Quijano, Rodolfo Pacheco, Octavio Pacheco, Hilda Zarraga, Janet Martínez y Roció Valdés. A las personas del pueblo de Santillan por ser tan acogedores con nosotros los estudiantes.

Y a la música de los Red Hot Chili Peppers que siempre ha sido una inspiración y motivación para mí, que me da las fuerzas para seguir adelante.

CONTENIDO

No Pagina

A. Portada	I
B. Dedicatorias	II
C. Agradecimientos	III
D. Contenido	V
E. Resumen	1
F. Introducción	3
G. Objetivo general	8
a. Objetivos específicos	8
H. Material y métodos	9
I. Resultados	16
J. Discusión	19
K. Conclusiones	23
L. Referencias	24
M. Anexo	28
a. Imágenes	28

RESUMEN

MARTÍNEZ GRIMALDO ROSA ELBA. Determinación de límites de referencia de analitos hematológicos en cabras adultas de tipo lechero en una producción en el altiplano mexicano (bajo la dirección de Dr. Gerardo F Quiroz Rocha y MVZ MPA Yesmín M Domínguez Hernández). El estudio fue financiado con recursos de la alumna y con material proporcionado por la Unidad de Servicios de Diagnóstico y Constatación (USEDICO)-CEIEPAA-FMVZ-UNAM.

El proyecto se realizó en una unidad productiva caprina en el estado de Querétaro de Arteaga, con la finalidad de establecer límites de referencia hematológicos propios de la región y con ello apoyar al diagnóstico, pronóstico y tratamiento de la especie. Se tomaron muestras sanguíneas de vena yugular con tubos de vacío con anticoagulante, de cabras adultas clínicamente sanas de raza lechera en lactación, gestación o secas. Con los resultados se obtuvieron los límites de referencia para hematocrito, eritrocitos, volumen globular medio (**VGM**), plaquetas, sólidos totales, fibrinógeno, leucocitos, neutrófilos segmentados (**NS**), neutrófilos en banda (**NB**), linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos. Para la determinación de hematocrito se realizó la técnica de microhematocrito, para la cuenta de eritrocitos y leucocitos se emplearon el hemocitómetro y pipetas de Thoma, la determinación de sólidos totales se efectuó utilizando un refractómetro clínico y para determinar el fibrinógeno, además del refractómetro, esta proteína fue desnaturalizada con calor. La estimación plaquetaria y el diferencial de leucocitos se realizaron evaluando un frotis sanguíneo con tinción de Wright. El VGM fue calculado con base en los valores de hematocrito y cuenta de eritrocitos.

Las medias obtenidas para cada analito son: hematocrito 0.29 L/L, eritrocitos $13.77 \times 10^{12}/L$, VGM 21.18 fL, plaquetas $1455.5 \times 10^9/L$, sólidos totales 75.14 g/L, fibrinógeno 2.4 g/L, leucocitos $7.61 \times 10^9/L$, NS $2.97 \times 10^9/L$, NB $0.015 \times 10^9/L$, linfocitos $4.10 \times 10^9/L$, monocitos $0.26 \times 10^9/L$, eosinófilos $0.21 \times 10^9/L$ y basófilos $0.055 \times 10^9/L$.

Los analitos que mayoritariamente presentaron diferencias en los valores de los límites de referencia con respecto a otras literaturas fueron hematocrito, eritrocitos, VGM, plaquetas, leucocitos y linfocitos.

INTRODUCCIÓN

La cabra doméstica (*Capra hircus hircus*) fue introducida al país por españoles colonizadores y se cree que su llegada a América fue por accidente, ya que estos animales proporcionaban alimento a los tripulantes de las embarcaciones. Las razas caprinas Blanca Celtibérica, Murciana y Granadina, cuyo fin zootécnico era la producción de carne, fueron las principales en llegar al país.¹

Las cabras se distribuyen en todo el mundo y gracias a su rusticidad, pueden habitar diversas condiciones agroecológicas; sin embargo, su aprovechamiento ha sido destinado a realizarse principalmente en las zonas áridas y semi-áridas mediante sistemas extensivos.¹

En el país, las zonas en donde se desarrolla la caprinocultura son la zona occidental, que comprende los estados de Sinaloa y Baja California Sur; la zona norte, formada por los estados de Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí; la zona centro, la cual abarca la región del Bajío y la zona sur comprendida por las regiones montañosas de los estados de Oaxaca, Puebla, Guerrero e Hidalgo. De acuerdo al modo en que se les proporciona el alimento, se distinguen tres diferentes sistemas productivos primordiales: extensivo, intermedio o mixto e intensivo, los cuales pueden clasificarse de acuerdo a sus características de producción.¹

La caprinocultura, gracias a la capacidad de adaptación, rusticidad, tamaño y características reproductivas de la especie, está en crecimiento constante

principalmente en la producción de leche y sus derivados. Con ello, aumenta el interés de esta actividad pecuaria para los futuros productores, y de los productores ya existentes para tecnificar sus sistemas productivos.¹

En México esta actividad pecuaria mantiene alrededor de 400,000 familias. De acuerdo a los registros 2006 de SAGARPA, existían 494,000 sistemas productivos, el 74% de la producción se concentraba en los estados de Coahuila, Durango y Guanajuato. La población caprina en el país ha ido en aumento desde 2001 y ha habido un aumento sostenible en la producción de leche; con ello se han ido intensificando los sistemas productivos. En el año 2011 la población nacional caprina era de 9,004,377 cabezas. En ese mismo año, México ocupaba la posición número 19 a nivel mundial en producción de leche caprina siendo el primer lugar de los países de América latina. La producción de leche de cabra alcanzó en el año 2011 las 161,712 toneladas.^{2,3,4} Todo esto se ha logrado gracias al interés y la preocupación de los caprinocultores por mantener y/o mejorar sus parámetros productivos, ya que esto les ofrece beneficios económicos.

Entre los manejos y actividades que se deben realizar para evitar las pérdidas económicas, se encuentra la realización de un diagnóstico preciso y un tratamiento eficaz de los padecimientos médicos. Esto se puede conseguir con el apoyo de pruebas de laboratorio que brinden mayor información sobre la condición específica de un animal o de todo el rebaño y contribuir en la decisión de las formas de combatir eventos patológicos que pudieran presentarse. También informan sobre el pronóstico y la gravedad del problema y con ello apoyar su resolución.⁵

En la actualidad se cuenta con gran variedad de herramientas para el apoyo diagnóstico y con ello poder combatir las posibles afecciones. En medicina veterinaria se dificulta la interpretación de los resultados de las pruebas de laboratorio por las diferencias que hay en los valores de los parámetros que se pueden analizar y la dificultad aumenta debido a la poca información con la que se cuenta sobre estos valores de animales poco convencionales.

Para que el diagnóstico sea preciso, idealmente deben determinarse los límites de referencia para cada empresa caprina. En caso de que esto no sea posible, es importante emplear los límites de referencia de la especie, determinados bajo las condiciones y características lo más semejantes a la población de estudio.

Un valor de referencia es aquel obtenido por la observación o medición de una sustancia en particular de un individuo de referencia y los límites de referencia son los valores mínimo y el máximo de un intervalo de referencia; esto es, que el 95% de la población sana se encuentre entre esos valores.⁶ Los intervalos de referencia se establecen mediante el estudio de una población clínicamente sana que se encuentren bajo ciertos criterios de selección.⁶ Es de suma importancia conocer las variaciones biológicas de los analitos y establecer los criterios para definir quienes serán los individuos de referencia.⁷ Estos intervalos de referencia sirven para poder tener una comparación y poder definir si algún animal presenta alguna patología.⁸ En 1980, Earl y Carranza realizaron un estudio para determinar la cuenta diferencial de leucocitos en cabras mexicanas y en 1986, Terán realizó su tesis de licenciatura para determinar valores hematológicos (hemograma) en

cabras adultas de la raza Murciana-Granadina bajo condiciones de un sistema extensivo en Dolores Hidalgo, Guanajuato, ya que en ese tiempo no había en el país información sobre ese tema en esa raza en particular.^{9,10}

La edad, raza, sexo, estado productivo, condiciones geográficas y alimentación son factores que influyen en los resultados de las pruebas de laboratorio.^{5,11} Algunas enfermedades producen alteraciones en los valores hematológicos, por esta razón es necesario contar con límites de referencia de los parámetros sanguíneos.^{10,12,13,14} El análisis de los componentes sanguíneos nos brinda información de las alteraciones generales, de algún órgano o sistema.¹⁵

El hemograma comprende el estudio de los componentes celulares de la sangre, es decir, línea eritrocítica, línea leucocítica y línea plaquetaria, además de las proteínas plasmáticas (sólidos totales). Los analitos primarios de la evaluación eritrocítica son cuenta de eritrocitos, hematocrito (**Ht**) y hemoglobina (**Hb**). La disminución del valor de estos analitos por debajo del límite inferior de referencia indican anemia; mientras que un valor por arriba del límite superior de referencia indica eritrocitosis. A partir de la cuenta de eritrocitos, Ht y Hb se puede calcular los índices eritrocitarios: Volumen globular medio (**VGM**), concentración globular media de hemoglobina (**CGMH**), los cuales sirven para clasificar morfológicamente el tipo de anemia.

La concentración de proteínas plasmáticas o sólidos totales, en conjunto con la cuenta de eritrocitos, hematocrito y hemoglobina, permite considerar

alteraciones específicas, como eritrocitosis relativa, anemia por pérdida o inflamación crónica, entre otras.

La cuenta total, cuenta diferencial y morfología leucocitarias sirven para identificar procesos fisiológicos o patológicos como cambios en el leucograma por estrés y/o inflamación. Esta información también brinda una idea del funcionamiento de la respuesta inmunológica. La trombocitopenia, es decir, la disminución de la cuenta plaquetaria por debajo del límite inferior de referencia, es indicador de una posible disminución en la producción plaquetaria, destrucción, secuestro o pérdida de plaquetas. La trombocitosis, identificada por un valor de plaquetas mayor al límite superior de referencia generalmente es un hallazgo inespecífico, entre las causas más comunes están respuesta inflamatoria o neoplasias.⁶

Existen pocos estudios nacionales para establecer límites de referencia en esta especie y ya que en la actualidad ha ido en aumento el interés hacia esta actividad productiva y por consecuencia el aumento de su población y su tecnificación, los caprinocultores y los médicos veterinarios zootecnistas (**MVZ**) se enfrentan con el problema de las pérdidas que pueden padecer por no llegar a un diagnóstico preciso y por no realizar el tratamiento correcto y por esta razón los análisis de laboratorio son de mayor demanda. Por eso es necesario establecer estos límites de referencia de cabras en las diferentes regiones del país en donde se realiza esta práctica para trabajarlos en conjunto con los laboratorios de diagnóstico clínico de la zona.

OBJETIVO GENERAL

Establecer los límites de referencia de analitos hematológicos de cabras adultas clínicamente sanas de razas productoras de leche, con características de hábitat y manejo de un sistema productivo intensivo en el altiplano.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Obtener valores hematológicos de referencia (hematocrito, cuenta de eritrocitos, volumen globular medio, estimación plaquetaria, sólidos totales, fibrinógeno, cuenta total y diferencial de leucocitos) mediante el análisis de muestras sanguíneas de cabras adultas clínicamente sanas de razas productoras de leche.
2. Obtener los límites de referencia de la población de estudio a partir de los valores determinados.
3. Comparar los límites de referencia obtenidos con los de otros estudios publicados de la misma especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal en Altiplano (**CEIEPAA**) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, ubicado en la carretera federal Tequisquiapan – Ezequiel Montes, km 8.5, Municipio de Tequisquiapan, Querétaro.

El municipio de Tequisquiapan se encuentra en una altitud de 1880 msnm con una temperatura promedio anual de 17.5° C y una precipitación promedio anual de 388.42 mm, el régimen de humedad de los suelos corresponde al tropústico árido y tropústico údico.^{16,17}

La producción caprina en el CEIEPAA se basa en un sistema intensivo mixto con pradera de gramíneas y alfalfa. Este sistema consiste en el pastoreo rotativo de las praderas (Figura 1) y la alimentación suplementaria en corral (Figura 2) a los diferentes lotes de cabras que están divididos de acuerdo a su estado productivo, edad y sexo. Los fines zootécnicos del CEIEPAA son la producción de leche de cabra para la producción de quesos y venta de leche fluida para la elaboración de dulces, la producción de cabrito y pie de cría.

El área de cabras del CEIEPAA cuenta con una sala de ordeño conformada con un autorrotor de 24 plazas (Figura 3) y un tanque de enfriamiento. Cuenta con un kiosco formado con 13 corrales (Figura 4), y 7.36 hectáreas (**Ha**) de pradera de gramíneas y leguminosa (Figura 5). Las razas con las que cuentan son Alpina Francesa (58%), Toggenburg (25%), Saanen (12%) y Boer (5%).

Las cabras que fueron seleccionadas para ser individuos de referencia, son cabras de raza lechera (Alpina Francesa, Toggenburg y Saanen) entre los 2 y 8 años de edad en periodo seco, en lactación tardía o en tercer tercio de gestación y con un peso entre los 45 y 60 kg.

Se tomaron 70 muestras sanguíneas de cabras con las características antes mencionadas (Figuras 6 y 7). La toma de muestra sanguínea se realizaba entre las 9:00 y 10:00 horas a cabras que se les realizó un análisis coproparasitoscópico (Cuadro 1); y antes y después de la toma de muestra sanguínea, se les revisaron sus constantes fisiológicas (frecuencia cardiaca y respiratoria, auscultación de campos pulmonares, movimientos ruminales y temperatura). Lo anterior con la finalidad de seleccionar cabras clínicamente sanas (Figuras 8 y 9). Las medias de las constantes fisiológicas tomadas previo al muestreo son: frecuencia cardiaca (**FC**) 109.70 latidos por minuto, frecuencia respiratoria (**FR**) 45.98 respiraciones por minuto, movimientos ruminales (**MR**) 2.01 por 2 minutos y temperatura rectal (**T**) 38.89 °C; las medias de las constantes fisiológicas obtenidas posterior a la toma de muestras fueron: FC 114 latidos por minuto, FR 46.76 respiraciones por minuto, MR 1.97 por 2 minutos y T 39.24 °C, estos valores entran dentro de los parámetros esperados para estas cabras de acuerdo al manejo que se les realiza.

Cuadro 1. Resultados del análisis coproparasitoscópico previo al muestreo

ETAPA PRODUCTIVA	PRUEBA DE MCMASTER
Producción	Coccidias: 450 ogh Estrongilidos: 200 hgh
Mantenimiento	Coccidias: 350 ogh Estrongilidos: 550 hgh

ogh: ooquistes por gramo de heces, **hgh:** huevos por gramo de heces

Las cabras de referencia no presentaron signos clínicos que indicaran infección parasitaria severa. En el CEIEPAA se lleva un programa de prevención administrando desparasitantes cada 6 meses con un sistema rotativo de los mismos en cada ocasión, así como rotación de potreros. Las cabras pueden eliminar cantidades moderadas de ooquistes sin presentar signos clínicos.¹⁸ Se menciona que no existe una relación con la cantidad de huevos detectados por gramo de heces (**hgh**) y el número de parásitos internos.^{19,20}

Durante la toma de muestras, se realizó sólo contención manual restrictiva de su movimiento, sin aplicar ningún tipo de fármaco. Para la obtención de la sangre se emplearon tubos de vacío (Vacutainer®) conteniendo anticoagulante EDTA K₂ (etilendiaminotetraacetato de potasio) y realizando una punción en vena yugular con aguja de calibre 21G × 1.5" (0.8 × 38 mm). El tubo se llenaba hasta que perdiera el vacío y dejara de salir la sangre. La muestra sanguínea era agitada inmediatamente con suavidad para la homogeneización del anticoagulante con la sangre. Una semana después de la toma de muestra sanguínea se les volvían a revisar sus constantes fisiológicas. Durante toda la realización del proyecto se mantuvieron en observación y con ayuda de los registros se llevó el control clínico para verificar que ninguna de las cabras de referencia posteriormente padeciera alguna enfermedad.

En un lapso no mayor a 40 minutos después de la toma de sangre, las muestras se llevaron al laboratorio de Patología Clínica de la Unidad de Servicios de Diagnóstico y Constatación (**USEDICO**), ubicado en el mismo CEIEPAA, para la realización del hemograma.

Los analitos del hemograma que fueron evaluados son hematocrito, eritrocitos, volumen globular medio (**VGM**), sólidos totales, fibrinógeno, estimación plaquetaria, leucocitos, neutrófilos segmentados, neutrófilos banda, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos.

La primera técnica que se realizó posteriormente a la toma de muestra sanguínea, fue un frotis sanguíneo que se tiñó con colorante de Wright. Este frotis se empleó para evaluar morfología celular, realizar la estimación plaquetaria y determinar la cuenta diferencial de leucocitos con base en una cuenta de 100 leucocitos. Dichas técnicas se mencionan más adelante.

Para la obtención del hematocrito se realizó el método del microhematocrito, el cual consiste en llenar con sangre homogeneizada, 2/3 o 3/4 de un tubo capilar y que fue sellado por el extremo libre con calor. El tubo capilar fue centrifugado a 11000 rotaciones por minuto (~13000 g) durante 5 minutos. Al finalizar el tiempo de centrifugado, se evaluó el color y aspecto del plasma y se determinó el hematocrito utilizando el lector para microhematocrito (Figura 10).^{21,22} El resultado del hematocrito se expresa en litros por litro (L/L).

Para el conteo de los eritrocitos se utilizaron pipetas de Thoma para glóbulos rojos, solución de Hayem y hemocitómetro (cámara de Neubauer) (Figura 11). Con la pipeta de Thoma se obtiene una dilución 1:200. La pipeta fue llenada con sangre hasta la marca 0.5 y con el diluyente (solución de Hayem) hasta la marca 101. Con un agitador mecánico se homogeneizó el contenido de la pipeta de Thoma durante 3 minutos.²¹

Después se desecharon 3 a 4 gotas de la solución (1/3 parte del contenido) para garantizar que el líquido a contar correspondía al que quedó en el bulbo de la

pipeta. Se depositó una gota entre el cubreobjetos y la meseta graduada del hemocitómetro. Antes de que se realizara el conteo, se esperaba de 2 a 3 minutos para que las células se asentaran.²¹

El conteo se realizó observando en el microscopio a 400 aumentos; los eritrocitos se contaron en 5 cuadrículas del cuadrante central del hemocitómetro, utilizando las cuatro esquinas y el centro.^{21,22} El número de eritrocitos contados se dividió entre 100 y el resultado se expresa en eritrocitos $\times 10^{12}/L$.²²

El cálculo del VGM se basó en la siguiente fórmula:
 $VGM = (\text{hematocrito} \times 1000) \div \text{eritrocitos}$.²³ El resultado obtenido es expresado en femptolitros (fL).

Para la medición de sólidos totales se utilizó un refractómetro de Goldberg (Figura 10). Las proteínas constituyen la mayor parte de los sólidos en el plasma y con esta medición se reflejan las concentraciones de proteínas plasmáticas. Se colocó una gota del plasma del capilar previamente centrifugado, sobre la cara del prisma del refractómetro.²¹ Se realizó la lectura de los sólidos totales en la escala correspondiente del refractómetro. Los resultados son expresados en gramos por litro (g/L).

El fibrinógeno se determinó sometiendo otro capilar con sangre centrifugado, a la misma velocidad empleada para la determinación del hematocrito. El capilar fue sumergido en agua caliente (56° C) por 3 minutos cubriendo todo el plasma y al finalizar el tiempo se volvió a centrifugar. Se le determinó la concentración de sólidos totales con el mismo refractómetro. La diferencia entre el resultado de sólidos totales y el del capilar sometido a

calentamiento es el resultado que corresponde a la concentración de fibrinógeno.^{21,22} El resultado se expresa en g/L.

La cuenta de leucocitos se realizó de manera similar al conteo de eritrocitos, pero en este caso se realizó una dilución 1:20. Se llenó la pipeta de Thoma para glóbulos blanco con sangre hasta la marca 0.5 y con solución de Türk hasta la marca 11 y el tiempo para que se asienten las células en el hemocitómetro siempre es menor que el necesario para los eritrocitos (Figura 11).^{21,24} El conteo de los leucocitos se realizó observando el hemocitómetro en el microscopio a 100 aumentos en los 4 cuadrantes grandes de las esquinas de la cuadrícula del hemocitómetro, formados por 16 cuadros por cuadrante. El total de leucocitos contados fue dividido entre 20, y tanto el conteo total como el diferencial de leucocitos es expresado en número de células $\times 10^9/L$.^{21,22}

Para la cuenta diferencial de leucocitos con base en 100 leucocitos observados; así como para realizar la estimación plaquetaria, se utilizó el frotis sanguíneo teñido con colorante de Wright (Figuras 12, 13 y 14). Para la cuenta diferencial de leucocitos, el frotis sanguíneo fue observado en el microscopio a 1000 aumentos. La cuenta obtenida representa el porcentaje de las células diferenciadas, para obtener el valor absoluto individual de cada tipo de leucocito se realizó una regla de tres, en donde el total de leucocitos contados representa el 100%.²⁵

Las plaquetas se estimaron observando el frotis a 1000 aumentos en el microscopio. Se contaron las plaquetas que se apreciaron en 10 campos en el cuerpo del frotis, se obtuvo el promedio y el resultado se multiplicó por 20 y el resultado se expresa en número de plaquetas $\times 10^9/L$ (Figuras 15, 16 y 17).²²

La identificación, los datos productivos y las constantes fisiológicas de cada animal obtenidas antes y después del día de la muestra, la carga parasitaria del rebaño y los resultados de cada muestra de los analitos hematológicos mencionados anteriormente fueron anotados en una bitácora.

Los resultados obtenidos de cada analito hematológico determinado fueron evaluados utilizando el programa de cómputo Analyse-It®, con el cual se hizo la estadística descriptiva. Se empleó un nivel de confianza del 95% y la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. Igualmente se determinó un intervalo de confianza al 95% para cada parámetro analizado.

RESULTADOS

De las 70 muestras sanguíneas que se obtuvieron y se les realizó el hemograma, 62 fueron incluidas para la determinación de los límites de referencia. Las ocho restantes fueron descartadas por presentar resultados extremos de uno o varios analitos. Las alteraciones que se encontraron fueron de la línea blanca, posiblemente debido al estrés asociado a la toma de muestras o que algunos de los animales padecía inicios de alguna patología; otras de las alteraciones que se manifestaron fueron hiperproteinemia y hemoconcentración, lo cual puede deberse a que algunos animales estaban en un grado subclínico de deshidratación cuando se les tomó la muestra.

De las 62 muestras sanguíneas, de las cuales se obtuvieron los resultados, 24 fueron tomadas de cabras en periodo seco, 23 de cabras gestantes y 15 de cabras en lactación (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 2. Número de muestras por raza y por etapa productiva.

ETAPA PRODUCTIVA	ALPINA	TOGGENBURG	SAANEN	TOTAL
Secas	18	4	2	24
3/3 Gestación	16	3	4	23
3/3 Lactación	5	8	2	15
TOTAL	39	15	8	62

Cuadro 3. Número de muestras por edad en años

EDAD	NÚMERO DE CABRAS
2 años	15
3 años	11
4 años	4
5 años	3
≥ 6 años	29

Los límites de referencia obtenidos fueron de hematocrito, eritrocitos, leucocitos, plaquetas, VGM, sólidos totales, fibrinógeno, neutrófilos segmentados, neutrófilos en banda, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos (Cuadros 4, 5 y 6).

Cuadro 4. Indicadores estadísticos de analitos hematológicos con distribución normal indicando los límites de referencia de cabras adultas de tipo lechero (n=62).

ANALITO	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Hematocrito (L/L)	0.29	0.04	0.22	0.36
Eritrocitos ($\times 10^{12}/L$)	13.77	2.35	9.07	18.47
VGM (fL)	21.18	3.37	14.44	27.91
Sólidos totales (g/L)	75.14	4.75	65.64	84.64
Leucocitos ($\times 10^9/L$)	7.61	1.93	3.75	11.47
Neutrófilos ($\times 10^9/L$)	2.97	1.008	0.95	4.98
Linfocitos ($\times 10^9/L$)	4.10	1.17	1.76	6.44

Cuadro 5. Indicadores estadísticos de analitos hematológicos con distribución no normal indicando los límites de referencia de cabras adultas de tipo lechero (n=62).

ANALITO	MEDIANA	PERCENTIL 2.5%	PERCENTIL 97.5%
Plaquetas ($\times 10^9/L$)	1459.5	229.1	3163
Fibrinógeno (g/L)	2	0	6
Bandas ($\times 10^9/L$)	0	0	0.16
Monocitos ($\times 10^9/L$)	0.23	0	0.65
Eosinófilos ($\times 10^9/L$)	0.13	0	1.36
Basófilos ($\times 10^9/L$)	0	0	0.37

Cuadro 6. Límites de referencia de cabra adulta de tipo lechero ≥ 2 años de edad.

ANALITO	LÍMITE DE REFERENCIA
Hematocrito (L/L)	0.22 – 0.36
Eritrocitos ($\times 10^{12}/L$)	9.07 – 18.47
VGM (fL)	14.44 – 27.91
Plaquetas ($\times 10^9/L$)	229 – 3163
Sólidos totales (g/L)	65.64 – 84.64
Fibrinógeno (g/L)	0 – 6
Leucocitos ($\times 10^9/L$)	3.75 – 11.47
Neutrófilos ($\times 10^9/L$)	0.95 – 4.98
Bandas ($\times 10^9/L$)	0 – 0.16
Linfocitos ($\times 10^9/L$)	1.76 – 6.44
Monocitos ($\times 10^9/L$)	0 – 0.65
Eosinófilos ($\times 10^9/L$)	0 – 1.36
Basófilos ($\times 10^9/L$)	0 – 0.37

DISCUSIÓN

De las 62 muestras que fueron analizadas con el programa de cómputo Analyse-It®, se obtuvieron los límites de referencia de 13 analitos hematológicos. Los resultados de este estudio se compararon con los obtenidos por Jain, Coffin, Bezerra *et al.*; Mbassa y Poulsen; Arraga; McDougall, Lepherd y Smith,²⁶⁻³¹ con la cual se puede observar como son afectados los analitos por las características en las cuales se encuentran los individuos de referencia (Cuadro 7).

Los valores obtenidos en este trabajo para los analitos hematocrito, eritrocitos, VGM, fibrinógeno, leucocitos, bandas, monocitos, eosinófilos y basófilos, son similares a los reportados por Jain.²⁶ En la estimación plaquetaria existe un intervalo mayor, valores mayores en sólidos totales y valores menores en la cuenta absoluta de neutrófilos y linfocitos a los obtenidos por Jain. Mientras que Coffin²⁷ informó valores mayores, a los de este estudio, en eritrocitos, leucocitos y linfocitos.

Bezerra *et al.*²⁸ realizaron su estudio en cabras sanas entre 1 y 12 años de edad, criadas en un clima semi-árido y bajo un régimen de alimentación semi-extensivo. Para los analitos hematocrito, eritrocitos y la cuenta diferencial de leucocitos, excepto neutrófilos segmentados, los valores informados son similares a los resultados obtenidos en este estudio. La media del VGM de los resultados de Bezerra es menor al valor aquí obtenido, mientras que las medias de los leucocitos y neutrófilos segmentados son mayores.

Mbassa y Poulsen²⁹ realizaron sus estudios en cabras Landrace de diferentes edades en estabulación. Las medias obtenidas de los analitos hematocrito, VGM, leucocitos, neutrófilos segmentados y neutrófilos en banda en este trabajo son menores a las obtenidas por Mbassa y Poulsen pero la media de la cuenta de eritrocitos es mayor, el resto de los analitos muestran ligeras diferencias. El trabajo de Arraga³⁰ fue realizado en Venezuela con 175 cabras, las cuales fueron agrupados por edad, sexo y estado fisiológico, utilizó hembras jóvenes (8 a 10 meses de edad), hembras gestantes y lactantes, machos jóvenes de 8 a 18 meses de edad, machos castrados (1.5 a 2 años) y sementales, los animales pastoreaban por las mañanas y en las tardes se mantenían en estabulación sin agua y sin alimento. Los valores de las medias obtenidos por Arraga son mayores a los de este estudio con excepción de los resultados de linfocitos y VGM, los cuales son menores.

McDougall, Lepherd y Smith³¹ realizaron sus estudios en cabras adultas de raza Saanen en pastoreo. Para la cuenta de leucocitos utilizaron un contador Coulter. Los resultados obtenidos en este estudio para hematocrito son mayores a los informados por McDougall *et al.*, mientras que los valores para leucocitos y sólidos totales son menores. Los resultados de los demás analitos son similares en los dos estudios.

Los analitos hematológicos que presentaron con mayor frecuencia alguna diferencia con respecto a las otras referencias son hematocrito, eritrocitos, VGM estimación plaquetaria, leucocitos y linfocitos. Esto puede deberse a las diferentes

condiciones en las que se realizaron los estudios: ubicación geográfica y el medio al que están expuestas.

Cuadro 7. Comparación de los límites de referencia de cabras adultas de 7 estudios diferentes.

ANALITO	2012 Martínez-Grimaldo (Estudio actual)	2008 Bezerra LR <i>et al.</i>	1993 Jain NC	1993 Mbassa GK y Poulsen JSD	1991 Arraga	1991 McDougall S, Lephed EE, Smith S	1981 Coffin DL
Hematocrito (L/L)	0.22 – 0.36 0.29◊ 0.229 y 0.351*	0.27◊	0.22 – 0.38	0.31◊	0.34◊	0.19 y 0.33*	0.28 – 0.40
Eritrocitos (×10¹²/L)	9.07 – 18.47 13.77◊	14.35◊	8 – 18	11.4◊	17.1◊		12.5 – 22
VGM (fL)	14.44 – 27.91 21.18◊	19◊	16 – 25	27.1◊	17.7◊		18 – 23
Plaquetas (×10⁹/L)	229 – 3163		300 – 600				
Sólidos totales (g/L)	65.64 – 84.64 66 y 82.775*		60 - 80			68 y 88*	
Fibrinógeno (g/L)	0 – 6 0 y 6*		1 – 4			1 y 6*	
Leucocitos (×10⁹/L)	3.75 – 11.47 7.61◊ 4.149 y 12.087*	11.417◊	4.0 – 13.0	14.1◊	11.3◊	6 y 15*	5 – 13
Neutrófilos (×10⁹/L)	0.95 – 4.98 2.97◊ 1.362 y 5.124*	5.731◊	1.2 – 7.2	6.89◊		2.4 y 6.4*	
Neutrófilos (%)	38.98◊				46.8◊		36
Bandas (×10⁹/L)	0 – 0.16 0.015◊ 0 y 0.161*	0.011◊	Raros			0 y 0*	
Bandas (%)	0.19◊			1.15◊	0 – 3		
Linfocitos (×10⁹/L)	1.76 – 6.44 4.10◊ 2.037 y 6.872*	5.026◊	2.0 – 9.0	6.02◊		3 y 7*	
Linfocitos (%)	54.19◊				45.4◊		58
Monocitos (×10⁹/L)	0 – 0.65 0.26◊ 0 y 0.654*	0.147◊	0 – 0.55			0 y 0.4*	
Monocitos (%)	3.40◊			3.16◊	0 – 10		2
Eosinófilos (×10⁹/L)	0 – 1.36 0.21◊ 0 y 1.362*	0.453◊	0.05 – 0.65			0 y 0.7*	
Eosinófilos (%)	2.58◊			3.44◊	5.3◊		3.5
Basófilos (×10⁹/L)	0 – 0.37 0.06◊ 0 y 0.368*	0.001◊	0 – 0.12			0 y 0*	
Basófilos (%)	0.68◊			0.93◊	0◊		0

◊Media de los resultados *Percentil 0.025 y 0.975

CONCLUSIONES

La caprinocultura es una buena alternativa de producción pecuaria y de alimentación humana, debido a su rusticidad, sus requerimientos de espacio y los bajos costos de inversión en comparación con otras especies. Esto conlleva un aumento en los servicios médicos de calidad, incluyendo el uso de laboratorio de diagnóstico.

A pesar de que algunos valores son similares a los de las literaturas citadas, se encontraron algunas diferencias con ciertos analitos, mayoritariamente en hematocrito, eritrocitos, VGM, plaquetas, leucocitos y linfocitos. Esto puede deberse a las diferentes condiciones en las que se encontraban los animales de los estudios comparados, como pueden ser el medio ambiente, la alimentación, ubicación geográfica, manejo de los animales durante el estudio, edad y etapa productiva. Es de importancia clínica tener los límites de referencia indicados para la especie y zona en la que se esté trabajando, para realizar interpretaciones adecuadas de los resultados de laboratorio y con ello, diagnósticos, tratamientos y pronósticos más precisos. A su vez, esto significará poder minimizar las posibles pérdidas económicas que se pueden presentar en caso de alguna patología.

REFERENCIAS

1. DUCOING WATTY AE. Capitulo 5. Zootecnia de caprinos. En TRUJILLO OME, editor. Introducción a la zootecnia. México, D.F. UNAM-FMVZ, 2006:195-219.
2. SAGARPA.gob.mx [pagina de inicio en Internet]. México: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; ©-2012. Programa Nacional Pecuario 2007-2012 [actualizado el 17 de julio de 2012; citado el 31 de enero de 2013]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Paginas/ProgNacPecuario.aspx>
3. SIAP.gob.mx [pagina de inicio en Internet]. México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera; ©-2010 [actualizado el 17 de Octubre de 2012; citado el 31 de enero de 2013]. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=330
4. FAO.org [página de inicio en Internet]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; ©FAO, 2013 [Citado el 31 de enero de 2013]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es>
5. MEYER DJ, HARVEY JW. Veterinary Laboratory Medicine. Interpretation and Diagnosis. 3ª ed. Louis, Missouri: Saunders, 2004.
6. STOCKHAM SL, SCOTT MA. Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology. 2nd ed. Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2008.

7. KJELGAARD-HANSEN M, LUNDORFF JA. Chapter 131 Reference Intervals. In WEISS DJ, WARDROP KJ, editors. Schalm's Veterinary Hematology. 6th ed. Singapore. Wiley-Blackwell, 2010:1034-1038.
8. MAHAFFEY EA. Chapter 13 Quality Control, test validity, and reference values. In LATIMER KS, MAHAFFEY EA, PRASSE KW, editors. Duncan & Prasse's Veterinary laboratory medicine: clinical pathology. 4^a ed. Iowa. Iowa State Press, 2003:331-336.
9. EARL PR, CARRANZA BA. Leukocyte differential counts of the Mexican goat. Internatl Goat Sheep Res 1980;1(1): 6-10.
10. TERÁN GF. Valores Hematológicos Estándar en Cabras Hembras Adultas de la Raza Murciana-Granadina en Dolores Hidalgo, México (Tesis de Licenciatura). D.F., México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UNAM), 1986.
11. PADILLA S, BOUDA J, QUIROZ-ROCHA GF, DÁVALOS JL, SÁNCHEZ A. Biochemical and haematological values in venous blood of captive red deer (*Cervus elaphus*) at high altitude. Acta Vet BRNO 2000; 69: 327-331.
12. DAVISON I and BERNARD HJ. Tood-Sanford, Clinical Diagnosis by Laboratory Methods. 14^a ed. Philadelphia: Saunders, 1969.
13. COLES HE. Veterinary Clinical Pathology. 3^a ed. México: Interamericana, 1980.
14. GRILLI D, PAEZ S, CANDELA ML, EGEA V, SBRIGLIO L, ALLEGRETTI L. Valores hematológicos en diferentes estados fisiológicos de cabras biotipo criollo del NE de Mendoza, Argentina. V° Congreso de Especialistas en

- Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos; 2007, Mendoza, Argentina. Universidad Juan Agustín Maza.
15. PASTOR MJ. Manual de Propedéutica y Biopatología Clínicas Veterinarias. 3ª ed. España: Mira editores, 2000.
 16. INEGI.org.mx [pagina de inicio en Internet]. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática; ©2011, INEGI. Anuario Estadístico del estado de Querétaro de Arteaga edición 1994 [Citado el 12 de febrero de 2013]. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/anuario_est/qro/1994/aeeqa94i.pdf
 17. FMVZ.unam.mx [pagina de inicio en Internet]. México: 2009 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia [Citada el 12 de diciembre de 2012]. Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepaa/localizacion.html>
 18. QUIROZ RH. Parasitología y Enfermedades Parasitarias de los Animales Domésticos. México: Limusa, 1984.
 19. UENO H. y ALVAREZ J. Manual de Laboratorio para el Diagnóstico de Helminfos en Rumiantes. República Dominicana: Universidad Autónoma de Santo Domingo, 1970.
 20. EUZEBY J. Diagnostic Experimental des Helminthoses animales. Tomo I. Edit. Informations Techniques des services vétérinaires. Ministère de l' Agriculture, 1981.
 21. VOIGT GL. Conceptos y técnicas hematológicas para técnicos veterinarios. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A., 2003.

22. QUIROZ-ROCHA GF, JARDÓN HS, editores. Manual de prácticas en patología clínica veterinaria. México: UNAM-FMVZ, 2010.
23. MONDRAGÓN VRL. Eritrocitos. En Núñez OL, Bouda J, editores. Patología clínica veterinaria. México: UNAM-FMVZ, 2008:41.
24. COLES EH. Diagnóstico y Patología en Veterinaria. 4ª ed. México: Interamericana McGraw-Hill, 1989.
25. NÚÑEZ OL. Leucocitos. En Núñez-Ochoa L, Bouda J, editores. Patología clínica veterinaria. México: UNAM-FMVZ, 2007:55-57.
26. JAIN NC. Essentials of Veterinary Hematology. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993.
27. COFFIN DL. Laboratorio clínico en medicina veterinaria. 3er reimpresión. México: Ediciones científicas la Prensa médica mexicana, S.A., 1981.
28. BEZERRA LR, *et al.* Perfil hematológico de cabras clínicamente sadias criadas no Cariri Paraibano. Ciênc Agrotec 2008; 32(3): 955-960.
29. MBASSA GK AND POULSEN JSD. Reference ranges for hematological values in landrace goats. Small Ruminant Res 1993; 9: 367-376.
30. ARRAGA DE ALVARADO CM. Valores hematológicos en caprinos del estado de Zulia, Venezuela. Rev Cient Fac Cient V 1991; 1(1): 7 -17.
31. MCDUGALL S, LEPHERD EE AND SMITH S. Haematological and biochemical reference values for grazing saanen goats. Aust Vet J 1991; 68(11): 370.

ANEXO

Imágenes



Figura 1. Cabras pastoreando en praderas mixtas de alfalfa y gramíneas



Figura 2. Alimentación de las cabras en corral



Figura 3. Ordeñadora de autorrotor



Figura 4. Kiosco del área caprina del CEIEPAA



Figura 5. Pradera del área caprina del CEIEPAA



Figuras 6 y 7. Toma de muestras sanguíneas



Figura 8. Ascultación de movimientos ruminales



Figura 9 Material para el análisis coproparasitocópico

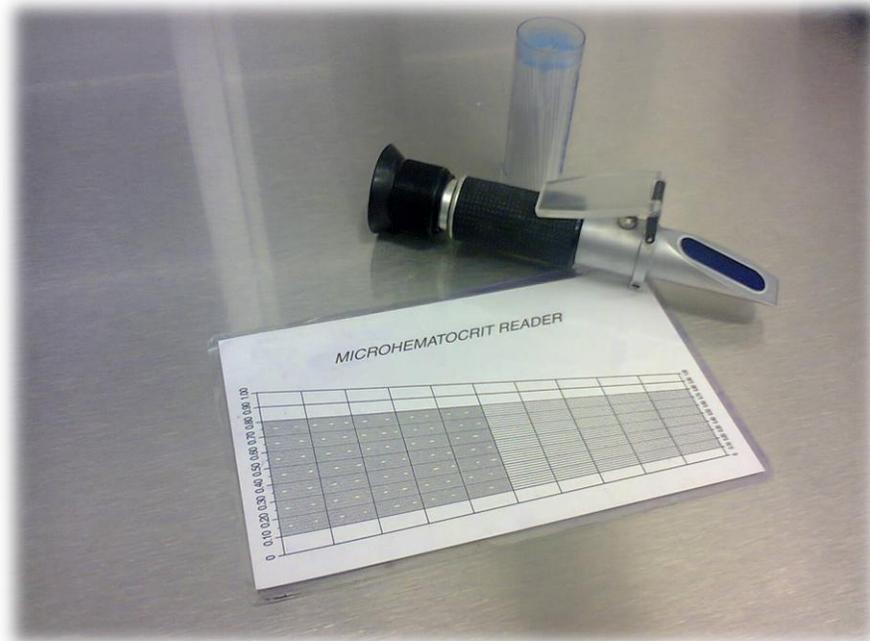


Figura 10. Lector de microhematocrito y refractómetro clínico.



Figura 11. Material para la cuenta de eritrocitos y leucocitos

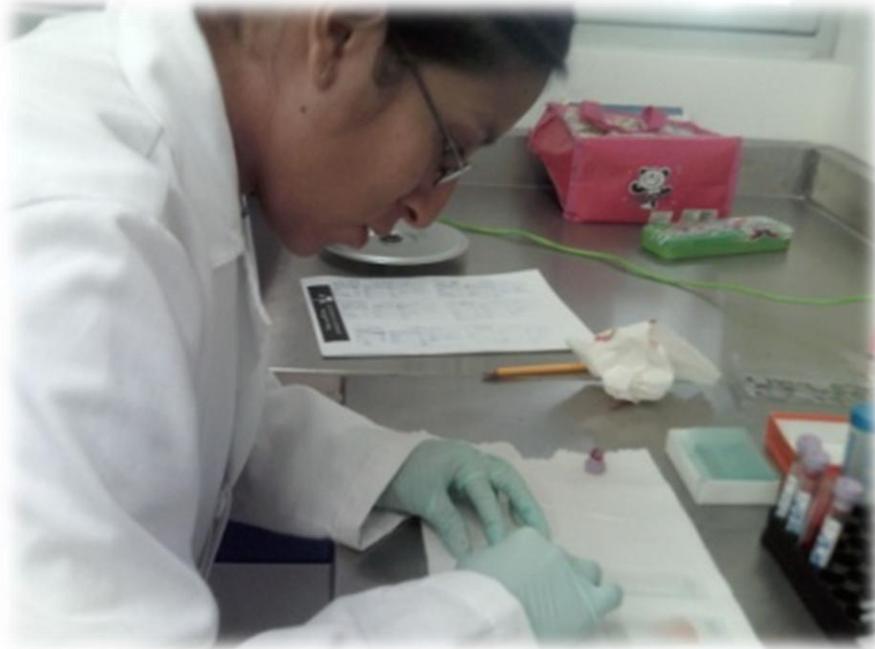


Figura 12. Técnica de realización de frotis sanguíneo.

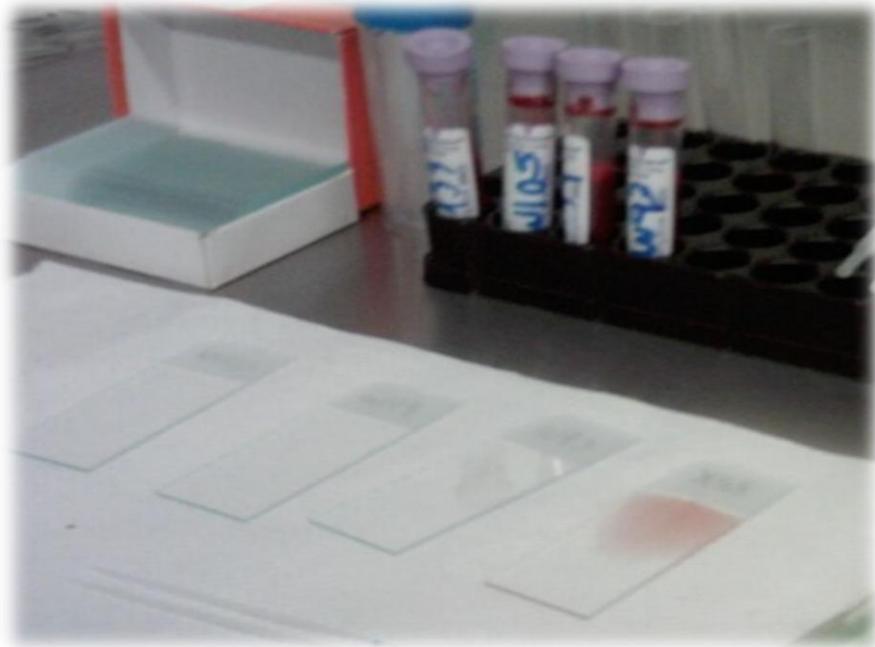


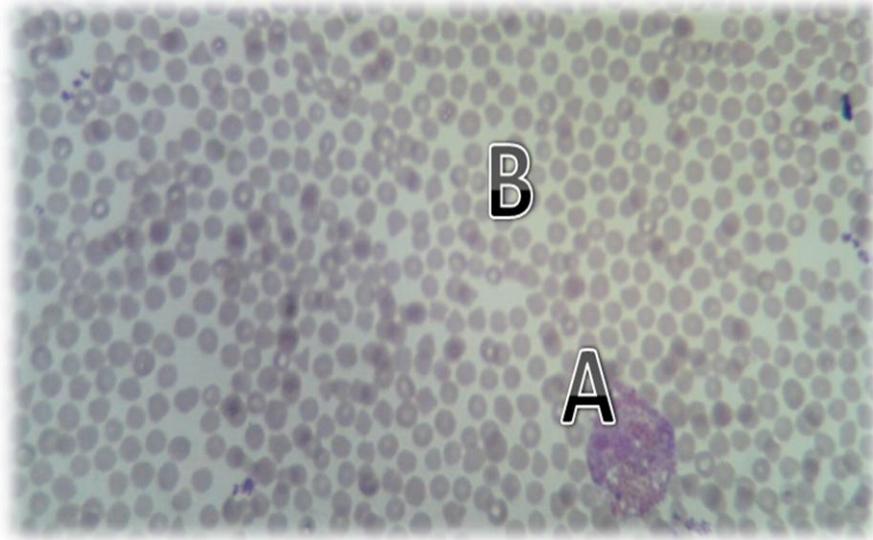
Figura 13. Laminillas con frotis sanguíneos



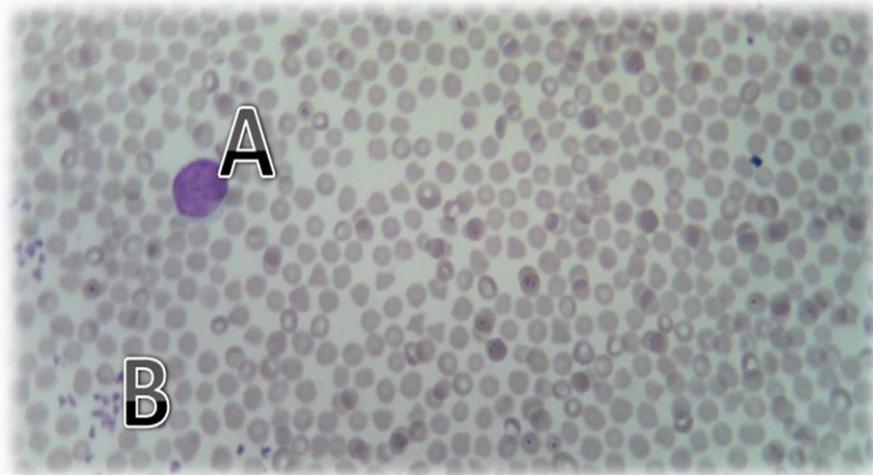
Figura 14. Frotis sanguíneos siendo teñidos con colorante de Wright.



Figura15. Material para cuenta diferencial de leucocitos y estimación plaquetaria.



**Figura 16. Fotomicrografía de frotis sanguíneo de cabra con tinción de Wright (1000 X).
A Eosinófilo, B Eritrocitos**



**Figura 17. Fotomicrografía de frotis sanguíneo de cabra con tinción de Wright (1000 X).
A. Linfocito, B. Plaquetas**