

**Universidad Nacional**  
**Facultad de Ciencias de la Salud**  
**Escuela de Medicina Veterinaria**

**Análisis hematológicos y parasitológicos en pequeños  
rumiantes**

**Modalidad: Pasantía**

**Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado  
Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria**

**María Méndez Solano**

**Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia**

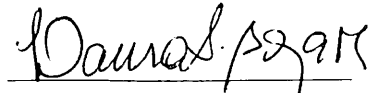
**2019**

## TRIBUNAL EXAMINADOR

Rafael Vindas Bolaños, Ph.D  
Decano de la Facultad de Ciencias de la Salud



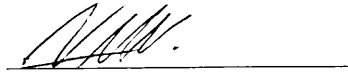
Laura S. Bouza Mora, M.Sc.  
Representante de Dirección de la Escuela de Medicina Veterinaria



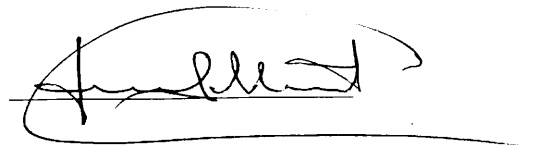
Rose Mary Huertas S., Lic.  
Tutora



Víctor Montenegro H., Ph.D.  
Lector



Danilo Montero, M.Sc.  
Lector



Fecha: 23 Noviembre 2019

## AGRADECIMIENTOS

Inicialmente a Krishna (Dios), por cada oportunidad y bendiciones que he recibido en esta vida.

A mis familiares, especialmente a mi padre y mi madre, que siempre han procurado porque no me haga falta nada y de los cuales he recibido apoyo incondicional hasta el momento, y que sin ellos, no podría estar acá en este momento de mi vida.

A Nando, quien me heredó en vida y en su partida, su más grande tesoro, el cual con gran amor cultivó durante 52 años, mi viejo, mi maestro de veterinaria, mi payaso favorito, quien me enseñó que es lo esencial en esta práctica veterinaria y valores de vida.

A mis amigos del internado, Memo, Gio, Caro, Rose, Karen y Mau quienes son mi otra familia y quienes me han apoyado en cada circunstancia y dado una mano en momentos difíciles y puesto sonrisas en mi cara sin mayores motivos.

A mi hermana Francisca y Jessica quienes siempre han estado presentes y me han hecho sentir su apoyo.

A la Dra. Rose Mary Huertas por ser tan paciente, incondicional, amorosa, comprensiva, amiga sincera, quien ha confiado en mí y me ha dado la oportunidad de participar en este proyecto y me ha guiado a través de este camino.

A la Dra. Laura Bouza por darme la oportunidad y ayudarme a llegar a este punto del camino para poder salir adelante.

A los Drs. Victor Montenegro y Danilo Montero por darme su apoyo y disposición al ser mis lectores en este proyecto.

A Andrés Villalobos quien ha sido cómplice y de manera cordial me ha ayudado mucho durante el trabajo en el laboratorio.

# Índice de Contenidos

TRIBUNAL EXAMINADOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Cuadros.....	vi
Índice de Figuras.....	vii
Lista de abreviaturas.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	5
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
2. METODOLOGÍA.....	7
2.1. Área de trabajo.....	7
2.2. Población a estudiar.....	7
2.2.1. Criterios de exclusión.....	8
2.3. Toma de muestras y almacenamiento.....	8
2.4. Procesamiento de las muestras.....	8
2.4.1. Hematocrito.....	8
2.4.2. Concentración de hemoglobina.....	9
2.4.3. Conteo de leucocitos.....	9
2.4.4. Diferencial leucocitario.....	9
2.4. 5. Examen de heces.....	10
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11

3.1. Resultados hematológicos y coprológicos.....	11
3.1.1. Finca 1 .....	11
3.1.2. Finca 2 .....	13
3.1.3 Finca 3 .....	16
3.1.4. Finca 4 .....	20
3.1.5. Finca 5 .....	22
4. CONCLUSIONES.....	25
5. RECOMENDACIONES .....	26
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
7. ANEXOS .....	33

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 1.....	12
Cuadro 2. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 2.....	13
Cuadro 3. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 3.....	17
Cuadro 4. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 4.....	20
Cuadro 5. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 5.....	23

## Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de las fincas visitadas.....	7
Figura 2. Eritrocitos de caprino con inclusiones intracitoplasmáticas de <i>Anaplasma</i> spp.....	14
Figura 3. Estructuras compatibles con <i>Babesia</i> spp. o <i>Theileria</i> spp.....	15
Figura 4. Parásitos gastrointestinales ( <i>Haemonchus contortus</i> ), hallazgo en material fecal de la Finca 2.....	15
Figura 5. Fotografía de <i>Skrjabinema ovis</i> .....	16
Figura 6. Especímenes de Strongylida identificados como <i>Haemoncus contortus</i> .....	18
Figura 7. Especímen de <i>Skrjajabinema ovis</i> .....	19
Figura 8. Especímen de <i>Trichuris</i> spp.....	19
Figura 9. Especímen de <i>Eimeria</i> spp.....	20
Figura 10. Estructura compatible con un trofozoito de <i>Babesia</i> spp. o <i>Theileria</i> spp. observada en extensión de sangre.....	21

## Lista de abreviaturas

CHCM	Concentración de hemoglobina corpuscular media
CHF	Conteo huevos fecales
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
g	Gramo
HPG	Huevos por gramo
Hto	Hematocrito
ml	Mililitros
PCR	Reacción en cadena de la polimerasa
rpm	Revoluciones por minuto
sp	Especie desconocida en singular
spp	Especie desconocida en plural
μl	Microlitros



## RESUMEN

La producción de cabras y ovejas en Costa Rica ha ido en aumento como lo indican Chacón y Boschini (2016), por ende la importancia de fuentes de información acerca del estado de la población de pequeños rumiantes en distintas zonas del país.

Debido a esto se realizó el presente estudio para evaluar los parámetros hematológicos y coprológicos en 36 ovinos y 49 caprinos distribuidos en cinco fincas del Gran Área Metropolitana ubicadas en San Isidro de Heredia, La Uruca, Coronado y Agua Caliente de Cartago. Se eligió individuos sin signos clínicos aparentes, a cada animal se le realizó examen objetivo general, medición de la coloración de las membranas mucosas mediante la técnica FAMACHA©, hemograma completo con revisión de frotis en búsqueda de hemoparásitos y examen coprológico con técnica de Sheather, McMaster y coprocultivo.

Entre los hallazgos se observaron algunas desviaciones por fuera del rango normal en la valoración con FAMACHA©, bajo hematocrito en algunas fincas, alteraciones morfológicas en eritrocitos y en leucocitos. Se observó presencia de *Anaplasma* spp en todas las fincas visitadas mientras que la presencia *Babesia* spp. o *Theileria* spp. se dio en tres de estas.

Todas las fincas resultaron positivas para la presencia de parásitos gastrointestinales, donde los principales observados fueron los de la familia Strongylida, en tres de las fincas se observó coccidios morfológicamente compatibles con *Eimeria* spp, mientras que en dos de estas se observó *Skrjabinema* ovis y en una *Trichuris* spp.; mediante el coprocultivo de las muestras se identificó larvas de *Haemonchus contortus*.

El presente estudio es de utilidad para el fortalecimiento del conocimiento acerca de las técnicas de laboratorio para el procesamiento de muestras hematológicas y coprológicas y su interpretación, al mismo tiempo que se generó información actualizada de utilidad para las personas con afinidad hacia estos temas y sobre la situación actual de estas fincas.

## ABSTRACT

According to Chacon and Boschini (2016) the caprine and ovine production in Costa Rica has been increasing, therefore the importance of sources of information about the small ruminants population's state in different areas of the country.

Due to this, the present study was carried out to evaluate the hematological and coprological parameters in 36 sheep and 49 goats, distributed in five farms of the Metropolitan Area located in San Isidro - Heredia, La Uruca, Coronado and Agua Caliente - Cartago. Individuals with no apparent clinical signs were chosen, each animal was submitted to a general physical examination, measurement of the color of mucous membranes using FAMACHA© technique, complete blood count with smear analysis in search of hemoparasites, and coprological examination by Sheather technique, McMaster and coproculture.

Among the findings, some deviations were observed outside the ratio of FAMACHA©'s standard assessment, also low hematocrit levels in some farms, and morphological deviations in erythrocytes and leucocytes. The presence of *Anaplasma* spp. was observed in all the visited farms, while *Babesia* spp. or *Theileria* spp. were present in only three of them.

All farms resulted positive to gastrointestinal parasites, where the majority were those of the strongylide family, in three of the farms *Eimeria* spp was found, while in two of them *Skrjabinema ovis* was observed, and in one *Trichuris* spp.; through coproculture of samples, *Haemonchus contortus* larvae species were identified.

This study is useful to strengthen knowledge of laboratory techniques for the processing of hematological and coprological samples and their interpretation, meanwhile generating updated information, useful for people with affinity for these issues and current situation of these farms.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

La producción de pequeños rumiantes ha aumentado considerablemente en diferentes zonas del mundo debido a su gran potencial para disminuir la pobreza, sus productos tienen alta demanda y estos animales juegan un papel importante en el método de manejo de la vegetación y calidad de los suelos (Chacón y Boschini 2016).

Se sabe que Costa Rica ocupa uno de los primeros lugares en América Latina en cuanto a consumo de lácteos, pero estos productos son casi exclusivamente resultado de la explotación bovina. Actualmente se experimenta un aumento en la demanda de productos derivados de los pequeños rumiantes, los cuales, tanto lácteos como cárnicos, se han ido desarrollando de forma artesanal, aprovechando las ventajas que ofrece a las explotaciones silvopastoriles: aumento en la fertilización del terreno, disminución en el uso de herbicidas y las ganancias generadas de la venta de los productos (Barrantes 2015).

La demanda de productos ovinos y caprinos ha ido creciendo en Costa Rica aunque su comercialización ha sido muy restringida, debido al manejo rudimentario de los hatos y a la escasez de estudios científicos sobre la condición de estos animales en las fincas. Aún no se tiene conocimiento actualizado del estatus epidemiológico de salud de dichos animales, por lo que muchas veces se recurre al conocimiento empírico y prácticas tradicionales para el control de enfermedades (Jiménez et al. 2010).

El incremento en la demanda de productos ovinos y caprinos debido a su alto valor nutracéutico, representa un gran potencial ganancial para los productores, pero para que esto ocurra debe realizarse un diagnóstico y validación de procesos en el área de la alimentación y nutrición, salud de hato, mejora genética y reproducción, comercialización, administración, producción sostenible e industrialización. A pesar de que en el país los programas de capacitación son escasos, se han desarrollado talleres para el mejoramiento de la producción para ambas especies, pero la utilización de las técnicas de mejoramiento aprendidas no es aplicadas a mediano o largo plazo por parte

de los productores (Chacón et al. 2008; Mora 2012; Chacón y Boschini 2016; Jiménez et al. 2017).

Entre las enfermedades parasitarias que afectan los hatos de cabras y ovejas y que generan más pérdidas económicas se pueden mencionar los causados por agentes hemoparásitos, por ejemplo: *Anaplasma* spp., *Babesia* spp. y *Theileria* spp., así como agentes gastrointestinales tales como *Haemoncus contortus*, *Teladorsagia (Ostertagia) circumcincta*, *Trichostrongylus* spp, *Cooperia curticei*, *Eimeria* spp., Strongylidae, *Strongyloides* spp., *Oesophagostomum* spp., *Moniezia* spp. y *Trichuris ovis* (Jiménez et al. 2007; Jiménez et al. 2010; Pugh y Baird 2012; Shebish et al. 2012; Jacobs et al. 2016).

En ambos casos, estos parásitos generan grandes pérdidas económicas debido a los signos clínicos que se manifiestan en el animal, entre ellos: anemia, diarrea, anorexia, debilidad, poca ganancia de peso, pérdida de peso, edema submandibular, estos signos clínicos generan una disminución en la producción de leche y carne, en casos severos pueden provocar la muerte. En general, se ha visto que hay mayor aparición de signos clínicos en animales sometidos a situaciones de estrés o inmunosupresión (Pugh y Baird, 2012).

La medición de la condición corporal es el método más ampliamente utilizado para evaluar los cambios en las reservas de grasa corporal, el cual refleja el estado nutricional del animal, su potencial de productividad en la granja y la eficiencia de los métodos de manejo del hato que se están llevando a cabo. Para las cabras y ovejas, el sistema de medición más comúnmente utilizado para determinar la condición corporal es la utilización de la escala numérica de cinco-seis y ocho puntos, estas pueden ser divididas en escalas intermedias (0.25-0.5). En la mayoría de los casos, los animales saludables suelen mantenerse entre el 2.5 y 4.0 en escala del uno al cinco.

Es importante aprender a medir la condición corporal ya que va permitir tomar acciones correctivas en cuanto a la baja condición corporal y el sobrepeso, ya que ambas se manifiestan como pérdida económica. Para realizar la medición, el método más común es la palpación del animal, especialmente en la zona lumbar (apófisis espinosas y apófisis transversas) y en la zona del esternón (Schuerle et al. 2010; Romero 2015). También se puede realizar por un sistema de medición visual computarizado

mediante fotografías y trazos en puntos de referencia en la zona lumbar del animal (Vieira et al. 2015) (Ver anexo 1).

Una de las técnicas de diagnóstico utilizadas a campo es la técnica de FAMACHA©, cuyo nombre es un acrónimo del Dr. Faffa Malan (FAffa MAIan CHArt) quien le dio origen en Sur África. Este método de FAMACHA©, relaciona la coloración de la conjuntiva del ojo con el estado anémico ocasionado por parásitos gastrointestinales, principalmente asociado a *Haemonchus contortus*, pero no contempla las infecciones por hemoparásitos u otras afecciones clínicas. Basados en este método diagnóstico en algunas fincas se administran múltiples medicamentos, que utilizados inadecuadamente pueden generar a futuro resistencia a los desparasitantes. Esta técnica de FAMACHA©, junto con el conteo fecal de huevos (CFH) y el hematocrito (Hto) son los métodos más utilizados para la medición de presencia e impacto clínico por parte de este helminto (Vargas 2006; Schuerle et al. 2010) (Ver anexo 2).

Para el diagnóstico de parásitos gastrointestinales lo recomendado es la utilización de técnicas coprológicas como el método de Sheather para determinar la presencia o ausencia del agente, conteo fecal de huevos con la técnica de McMaster y coprocultivo para su identificación (Di Loria et al. 2009; Morales et al. 2010; Pugh y Baird 2012).

Según Jiménez y colaboradores (2010) en un estudio de ganado bovino en distintas fincas en Costa Rica, se determinó que en el 56.1% de los lugares visitados se cambia de producto desparasitante cada 13 a 24 meses, muchas veces sin saber si está siendo efectivo.

Entre las recomendaciones sugeridas por Pugh y Baird (2012) para la utilización de medicamentos antihelmínticos se menciona: desparasitar solo a los que necesiten; medicar con un antihelmíntico efectivo; determinar bien la dosificación según el peso; en orales, administrar el producto sobre la lengua y se reduce la ingesta de comida 24 horas antes del tratamiento (principalmente con benzimidazol); repetir la dosis en 12 horas en caso de ser benzimidazol o lactonas macrolíticas; utilizar dos antihelmínticos juntos si se ha visto algún problema de resistencia local, en general se trata de minimizar la necesidad de la utilización de antihelmínticos al mismo tiempo que se trata de maximizar los programas de manejo (Pugh y Baird 2012).

En cuanto a los hemoparásitos, muchas veces pasan desapercibidos, ya sea porque el animal permanece constantemente expuesto al agente generando inmunidad y por ende manifestación subclínica, o bien, porque producen sintomatología que se manifiesta de forma similar a los parásitos gastrointestinales. Los signos clínicos más relevantes de la *Babesia* spp., *Theileria* spp. y *Anaplasma* spp. son: pirexia, diarrea, anorexia, pérdida de la condición corporal, trombocitopenia, linfopenia y neutropenia (en anaplasmosis) poca ganancia de peso, hipotensión, debilidad, signos neurológicos, linfonodos aumentados de tamaño (en theileriosis), ictericia, abortos (en anaplasmosis) y muerte (Pugh y Baird 2012).

Al igual que en parásitos gastrointestinales, estos tienen mayor manifestación clínica cuando el animal es sometido a situaciones de estrés. Sus principales vectores son las garrapatas *Ixodes* spp., *Rhipicephalus* spp., *Boophilus* spp., *Haemaphysalis* spp. e *Hyalomma* spp., también por tabánidos, *Stomoxys calcitrans* y *Haematobia irritans*. Para su diagnóstico se utiliza la toma de muestra de sangre capilar, por punción en zonas como la parte interna de la cola o las orejas, se realiza un frotis y se realiza la tinción Giemsa, también se diagnostica mediante pruebas serológicas o pruebas de ADN (Reacción de la cadena de polimerasas conocida como PCR), hematología y biopsia de los linfonodos paratiroideos (en caso de sospecha de *Theileria* spp.) (Oliveira et al. 2011; Pugh y Baird 2012; Polanco y Velásquez 2013; Jacobs et al. 2016; Stuen 2016).

Los principales factores de riesgo para estas enfermedades son: estrés (como el transporte de animales), la inmunidad del animal, la presencia y cantidad de garrapatas adultas que estén alimentándose de sangre. La baja presencia de signos clínicos se puede deber a la alta inmunidad adquirida por exposición constante con el agente, o bien, por baja incidencia del agente, pero cuando aparece al no haber inmunidad apropiada, puede producir un gran impacto, la introducción de animales sin inmunidad en pastizales con garrapatas infectadas o la introducción de garrapatas en pastizales limpios, así como el ingreso de ganado infectado en pastizales con garrapatas libres del agente (Pugh y Baird 2012; Jacobs et al. 2016).

## 1.2. Justificación

Son pocos los estudios del campo de la parasitología y hematología en pequeños rumiantes en el país ya que es un sistema de producción bastante rudimentario, no existe evidencia sólida de su situación actual y la necesidad de acciones para optimizar este sistema no se percibe a nivel de los gobiernos.

El manejo de estos hatos se basa en el sistema de producción del ganado bovino, por lo tanto, en muchas ocasiones se extrapola la información sobre las enfermedades, técnicas de alimentación, reproducción y utilización de medicamentos en estas especies, lo cual trae consigo problemas reproductivos, mal diagnóstico de enfermedades, subdosificación o sobredosificación de medicamentos, generando la necesidad de realizar estudios y bases de datos que estén disponibles para los productores y de esta forma se puedan realizar mejoras en este sistema de producción (Jiménez et al. 2010; Jiménez et al. 2017).

Según la base de datos del Sistema mundial de información zoonositaria o World Animal Health Information System (WAHIS interface, 2017), en Costa Rica la población caprina para el 2016 era de 11.728 animales en 2328 establecimientos distintos, mientras que la de ovinos era de 35.800 distribuidos en 1792 establecimientos, por esta razón es importante generar bases de datos de la situación epidemiológica de los hatos ovinos y caprinos, para que instituciones reconocidas a nivel nacional como la Asociación Ovina Costarricense (ASOVICO), la Cooperativa Agropecuaria Industrial y de Servicios Múltiples de Productores de Ovinos (COOPEOVINOS) y la Cooperativa de Productores de Leche de Cabra de la Zona Norte (COOPECAPRINA) puedan trabajar de forma integral con profesionales de las distintas áreas del sector agropecuario y de esta manera mejorar la salud del hato, ya que el objetivo de estos grupos es evolucionar la producción artesanal hacia una más industrializada.

Debido a que la escasez de vigilancia epidemiológica representa uno de los mayores problemas, se subestima la verdadera carga de agentes patógenos que afectan al hato ovino como al caprino y los demás animales cercanos a las fincas, así como el impacto que podrían tener estos agentes en la salud humana. Toda esta falta de información y manejo rudimentario resulta en una gran pérdida económica y por ende,

baja rentabilidad (Revista ProAgro 2015a; Revista ProAgro 2015b; Jiménez et al. 2017).

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Fortalecer de manera teórico-práctica los conocimientos en la evaluación clínica de ovinos y caprinos, basada en exámenes de laboratorio.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

**1.3.2.1.** Reforzar las habilidades para la obtención de muestras sanguíneas y coprológicas para una mejor calidad con significado diagnóstico.

**1.3.2.2.** Generar una base de datos actualizada sobre la explotación de ovinos y caprinos, ubicación geográfica, número de animales y principales padecimientos hematológicos y coproparasitológicos enfrentados en estos hatos.

**1.3.2.3.** Obtener experiencia en la interpretación de los resultados de la evaluación clínica, la hematología y el examen de heces.



## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Área de trabajo

La pasantía se realizó en cinco fincas dentro del área metropolitana, una en La Uruca, una en Heredia, dos en Coronado y una en Cartago, ver Figura 1.



Figura 1. Ubicación geográfica de las fincas visitadas, 1: Santa Lucía, Heredia, 2: La Uruca, San José, 3 y 4: Coronado, San José y 5: Agua caliente, Cartago. Imagen modificada tomada de Google Maps [www.google.com/maps/@9.9537906,-84.0197114,12z](http://www.google.com/maps/@9.9537906,-84.0197114,12z)

El tipo de explotación en las fincas es producción de leche y carne. En cada finca se recopiló información sobre manejo, alimentación, tipo de explotación y se completó una ficha técnica (Ver Anexo 3).

### 2.2. Población a estudiar

En las fincas seleccionadas, se contemplaron para el muestreo animales sanos, en estado de producción (leche) o carne (animales a término de gestación). Se valoró condición corporal con el sistema de escala del uno al cinco, FAMACHA© y temperatura corporal (Ver Anexo 2).

### **2.2.1. Criterios de exclusión**

Se excluyeron los individuos con signos clínicos evidentes tales como baja condición corporal, membranas mucosas pálidas, inapetencia, edema submandibular, pirexia, ictericia y debilidad. Las membranas mucosas se compararon con la tabla de FAMACHA© (Ver anexo 2).

### **2.3. Toma de muestras y almacenamiento**

Se tomaron muestras sanguíneas para hematología de la vena yugular (variando entre vena yugular derecha o izquierda, procurando realizar una toma limpia). La muestra se colectó por medio del sistema de Vacutainer utilizando tubos de cuatro ml con EDTA como anticoagulante, se mezclaron gentilmente y se colocaron en posición vertical en un contenedor a cuatro grados centígrados, teniendo en cuenta que el gel refrigerante no estuviera en contacto directamente con el tubo (Meneses-Guevara y Bouza-Mora 2014).

Se realizó muestreo de materia fecal de forma individual, recolectando las heces de la ampolla rectal a través de un guante de látex, e identificándose según en número del animal.

### **2.4. Procesamiento de las muestras**

En el Laboratorio de Análisis Clínicos de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional, la sangre contenida en los tubos con anticoagulante de EDTA se sometió a estudio según los protocolos de laboratorio para el procesamiento de las muestras según Meneses-Guevara et al. (2010) y Meneses-Guevara y Bouza-Mora (2014).

#### **2.4.1. Hematocrito**

Inicialmente se homogenizó por inversión las diferentes muestras para que los componentes de estas estuviesen bien distribuidos, una vez homogenizados, para la determinación del hematocrito, se utilizaron tubos capilares marca Assitent, los cuales fueron llenados hasta  $\frac{3}{4}$  de su totalidad con las muestras. Luego se colocaron en la centrífuga de la marca Thermo Scientific modelo Sorvall Legend Micro 17 y se centrifugaron a 13000 rpm durante cinco minutos, finalmente se leyeron manualmente

en el lector de microcapilares marca Damon/IEC división según el protocolo del Laboratorio de Análisis Clínicos de la Escuela de Medicina Veterinaria.

#### **2.4.2. Concentración de hemoglobina**

Para la determinación de la hemoglobina se utilizaron cinco ml del reactivo de Drabkin, los cuales fueron colocados en un tubo de ensayo. Posteriormente se agregaron 20 µl de muestra homogenizada al tubo de ensayo y se mezcló todo gentilmente. Se dejó reposar a temperatura ambiente durante diez minutos y se leyó en el analizador clínico marca Wiener Lab. modelo Metrolab 1600 DR.

#### **2.4.3. Conteo de leucocitos**

Para el cómputo de leucocitos se homogenizó 20 µl de la sangre contenida en tubo de EDTA junto con 400 µl de la solución de Türk, esta se colocó en la cámara de Neubauer Bright-line y se realizó el conteo mediante observación microscópica a 10X en los 16 cuadrantes de las esquinas de la cámara, según se indica en el manual de Laboratorio de Análisis Clínicos de la Universidad Nacional.

#### **2.4.4. Diferencial leucocitario**

Para la realización de los frotis se utilizaron láminas portaobjetos de la marca Marienfeld Superior, estos se realizaron utilizando la técnica de deslizamiento estándar inmediatamente después de la toma de muestra y se dejaron secar al aire antes de la tinción con May Grünwald-Giemsa siguiendo el protocolo estándar del Laboratorio de Análisis Clínicos de la Escuela de Medicina Veterinaria.

Posteriormente se realizó el conteo de leucocitos utilizando un microscopio de luz de la marca Olympus modelo CX31 con el objetivo 100X y aceite de inmersión. Se contaron 100 células sanguíneas que fueron clasificadas en: neutrófilos en banda, neutrófilos segmentados, linfocitos, basófilos, eosinófilos y monocitos, obteniendo el porcentaje de cada tipo celular y luego se obtuvo el valor absoluto de cada grupo celular en relación al conteo total de leucocitos basado en la descripción de Thrall et al. (2012) y Campbell (2015).

#### **2.4. 5. Examen de heces**

Las muestras de heces se procesaron según se describe en el manual de Técnicas Parasitológicas de Hernandez-Gamboa (2009). Inicialmente se almacenaron en refrigeración a cuatro grados centígrados, hasta ser procesadas.

Para el análisis, se homogenizaron manualmente y de forma individual se realizó la técnica de Sheather utilizando dos gramos de cada muestra por cada 58 ml de solución hipersaturada de azúcar, las muestras se maceraron, homogenizaron y tamizaron en los respectivos beaker, para ser transferidas a las cámaras de borrel o cilindros lisos y ser cubiertos con portaobjetos de cinco cm x siete cm. Para la flotación se dejó reposar la muestra durante 30 minutos y ser observados al microscopio en aumento 10X.

Para la técnica de McMaster, se seleccionaron las muestras positivas y con cargas significativas de huevos (con cinco a diez huevos por campo), se observaron y cuantificaron sumando la cantidad de huevos en las dos celdas de las cámaras de McMaster y multiplicándolo por 100, esto para la determinación de la cantidad de huevos por gramo (HPG).

Por último, a las muestras con mayor número de HPG se les realizó un coprocultivo para la determinación del género de estos parásitos, estas muestras se mezclaron con aserrín y agua destilada para ser almacenadas en un recipiente de vidrio en cámara de incubación durante siete días a 27 °C de temperatura, para luego ser observadas al microscopio con aumento 10X y realizar la identificación con la ayuda de la clave utilizada en el laboratorio de parasitología (Ver Anexo 4).

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. Resultados hematológicos y coprológicos**

Se evaluaron un total de 85 animales según los criterios de selección y exclusión, dividiéndose en 36 ovinos y 49 caprinos. Se Realizó el examen objetivo general en cada individuo, se realizó un hemograma completo a cada uno y examen de heces.

Durante las visitas a las fincas, se completó una plantilla por finca con la información básica y la identificación de los animales contemplados en el muestreo con el fin de luego enviar un informe a los encargados.

#### **3.1.1. Finca 1**

Con respecto a la visita en la Finca 1, Finca Santa Lucía (UNA) en Heredia se evaluaron 16 ovejas, a cada una se le realizó hemograma, valoración física, colecta de muestra coprológica, se aplicó la técnica de FAMACHA© comparándola con la escala de colores según Vargas 2006 (Ver Anexo 2).

Para una correcta interpretación del hemograma, es necesario tener en cuenta la influencia de factores como el estado reproductivo, momento de producción, así como también se debe considerar las condiciones climáticas y ambientales, estado nutricional, raza y manejo, como lo mencionan Guzmán y Callacná (2013). En esta finca se encontró que los valores hematológicos del hato rondan los valores referenciales normales para animales en similitud de condiciones de producción y manejo (explotación estabulada y pastoreo, producción de leche, alimentadas con pasto de corta, melaza y concentrado).

Las principales observaciones morfológicas son: corpúsculos de Howell Jolly, asociados a situaciones de anemia (si bien en la valoración no se observó un grado de deshidratación representativo asociable a hemoconcentración, pueden presentarse incrementos súbitos del hematocrito por contracción esplénica y enmascarar valores de hematocrito más bajos que el promedio, de la misma manera puede ocurrir con la leucocitosis fisiológica), la observación de linfocitos reactivos y linfocitos con

granulación azurófila se asocian a eventos infecciosos crónicos o que hayan generado una respuesta muy fuerte (Jones y Allison 2007; Polizopoulou 2010).

En el Cuadro 1, se detallan los promedios obtenidos para las diferentes variables hematológicas, así como la valoración mediante la técnica de FAMACHA© y condición corporal en las ovejas.

Cuadro 1. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 1 UNA en Santa Lucía de Heredia, n= 16 ovejas.

Finca 1		Santa Lucía-UNA, Heredia		
<b>Animales en la finca</b>	27 ovejas			
<b>Animales evaluados</b>	16 ovejas			
<b>Tipo de explotación</b>	Leche / Pastoreo			
Parámetro	Unidad	Promedio obtenido	Desviación estandar	Rango de referencia*
<b>FAMACHA©</b>		3	1	1-2
<b>Condición corporal</b>		3	1	3
<b>Hematocrito</b>	%	28,3	7,5	27 - 45
<b>Hemoglobina</b>	g/dl	9,6	2,7	9 - 15
<b>CHCM</b>	g/dl	35	8,6	31 - 34
<b>Conteo de leucocitos</b>	/μl	6825	2227	4000 - 8000
<b>Neutrófilos en banda</b>	/μl	0	0	Raro
<b>Neutrófilos segmentados</b>	/μl	3139	1230	700 - 6000
<b>Eosinófilos</b>	/μl	334	202,8	0 - 1000
<b>Basófilos</b>	/μl	23	63,8	0 - 300
<b>Linfocitos</b>	/μl	3249	1311	2000 - 9000
<b>Monocitos</b>	/μl	90	70,3	0 - 750

\*Valores referenciales tomados de Weiss y Wardrop (2010) y Pugh y Baird (2012).

Se observó que en el 69% de los individuos (11/16) es positivo a la presencia de hemoparásitos morfológicamente compatibles con *Anaplasma* spp. con presentación subclínica.

En el análisis coprológico realizado a todos los animales muestreados se obtuvo que el 100% (16/16) de las muestras resultó positivo para strongylida, con un promedio de 2920 hpg; en la identificación mediante coprocultivo se determinó la presencia de *Haemonchus contortus*. De las muestras positivas, se determinó un 44 % (7/16) de incidencia de coccidios, morfológicamente compatibles con *Eimeria* spp.

Para el análisis del conteo de HPG se hace una correlación entre la presencia de huevecillos y la cantidad de adultos y la posibilidad de expresar enfermedad. La presentación subclínica va de 500 a 2000 HPG la presentación clínica se considera cuando posee más de 2000 HPG (Matthews, 2016).

### 3.1.2. Finca 2

En el Cuadro 2, se describen los resultados obtenidos para la finca ubicada en la Uruca, Estación Experimental del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), ahí se evaluaron un total de 20 cabras, todas dedicadas a la producción de leche y sus derivados.

Cuadro 2. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 2 INA La Uruca, San José, n=20 cabras.

Finca 2		Finca lechera INA-La Uruca, San José		
<b>Animales en la finca</b>	27 cabras			
<b>Animales evaluados</b>	20 cabras			
<b>Tipo de explotación</b>	Leche / Estabuladas			
Parámetro	Unidad	Promedio obtenido	Desviación estandar	Rango de referencia*
<b>FAMACHA©</b>		3	1	1-2
<b>Condición corporal</b>		3	1	3
<b>Hematocrito</b>	%	30,3	7,2	23 - 38
<b>Hemoglobina</b>	g/dl	9,9	2,3	8 - 12
<b>CHCM</b>	g/dl	32,9	7,3	30 - 36
<b>Conteo de leucocitos</b>	/ $\mu$ l	7590	7590	4000 - 13000
<b>Neutrófilos en banda</b>	/ $\mu$ l	3	13,8	Raro
<b>Neutrófilos segmentados</b>	/ $\mu$ l	2418	1200	1000 - 7200
<b>Eosinófilos</b>	/ $\mu$ l	128	119,5	50 - 650
<b>Basófilos</b>	/ $\mu$ l	70	57,5	0 - 120
<b>Linfocitos</b>	/ $\mu$ l	4809	2212,8	2000 - 9000
<b>Monocitos</b>	/ $\mu$ l	162	126,8	0 - 550

\*Valores referenciales tomados de Weiss y Wardrop (2010) y Pugh y Baird (2012).

Con base en la observación de la coloración conjuntival (FAMACHA©), los animales se catalogaron en el límite para medicación ya que calificaron dentro del grupo tres en la escala de FAMACHA©; sin embargo, los resultados hematológicos obtenidos se encuentran entre los valores de referencia y son considerados valores normales.

Dentro de las observaciones morfológicas celulares más relevantes en los diferentes animales están: crenocitos, eritrocitos que presentan proyecciones de la membrana, variación en la forma y tamaño de los eritrocitos cuya causa puede ser nutricional o debido a alteraciones a la hora de realizar el frotis sanguíneo o el debido secado de la lámina (Meneses-Guevara y Bouza-Mora, 2014). Se observaron linfocitos con granulación azurófila definidos como linfocitos reactivos y macroplaquetas (Meneses-Guevara y Bouza-Mora, 2014).

Se observó en el 55 % (11/20) de los individuos la presencia de hemoparásitos, de los cuales el 45% corresponden a *Anaplasma* spp. (10/20) (Ver figura 2).

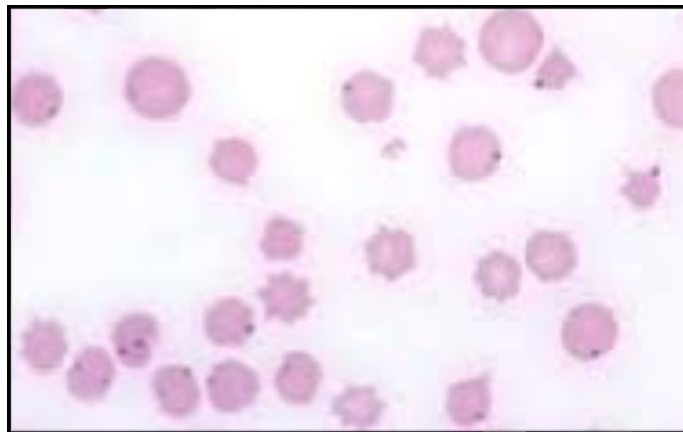


Figura 2. Eritrocitos de caprino con inclusiones intracitoplasmáticas de *Anaplasma* spp.

Solamente en el 5 % (1/20) de las muestras se observó estructuras semejantes a *Babesia* spp. / *Theileria* spp. (Ver figura 3).



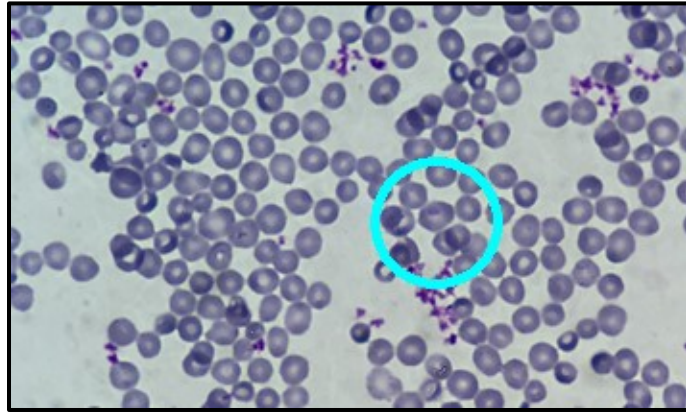


Figura 3. Estructuras compatibles con *Babesia* spp. o *Theileria* spp. halladas en frotis sanguíneo de uno de los animales evaluados en la Finca 2.

En los exámenes coprológicos realizados a esta finca, el 100 % (20/20) de las muestras resultó positivo para strongylida, con un promedio de 350 hpg; en la identificación se determinó que estos son *Haemonchus contortus* (Ver Figura 4).



Figura 4. Parásitos gastrointestinales (*Haemonchus contortus*), hallazgo en material fecal de la Finca 2, Finca lechera INA la Uruca, San José.

De las muestras de heces, se determinó un 45 % (9/20) de incidencia de *Skrajabinema ovis* (Ver Figura 5).



Figura 5. Fotografía de *Skrjabinema ovis*, luego de realizar la prueba de Sheater en el Laboratorio de Parasitología de la Escuela de Medicina Veterinaria.

Se recomienda monitorizar el hato, por motivo de que el 55 % (11/20) de los animales es positivo a hemoparásitos, estando éstos con manifestación subclínica. Estos agentes en casos de inmunosupresión del animal podrían manifestar signos clínicos, además que eventualmente pueden afectar la salud de otros animales y la de los seres humanos al ser un patógeno potencialmente zoonótico (Yang et al. 2017; Shabana et al. 2018).

### 3.1.3 Finca 3

La Finca 3 Johnny, se ubica en Vázquez de Coronado, cuya explotación es mixta, posee hato ovino dedicado a la obtención de carne y hato caprino para la producción y venta de leche y sus derivados. Se evaluaron 15 cabras, los resultados obtenidos en esta se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 3 Johnny-Coronado, San José, n=15 cabras.

<b>Finca 3</b>		<b>Johnny - Coronado, San José</b>		
<b>Animales en la finca</b>	135 cabras y ovejas			
<b>Animales evaluados</b>	15 cabras			
<b>Tipo de explotación</b>	Mixta			
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Promedio obtenido</b>	<b>Desviación estandar</b>	<b>Rango de referencia*</b>
<b>FAMACHA©</b>		2	2	1-2
<b>Condición corporal</b>		3	1	3
<b>Hematocrito</b>	%	24,4	7,1	22 - 38
<b>Hemoglobina</b>	g/dl	8,7	2,4	8 - 12
<b>CHCM</b>	g/dl	35,8	9,1	30 - 36
<b>Conteo de leucocitos</b>	/ $\mu$ l	9207	3280,6	4000 - 13000
<b>Neutrófilos en banda</b>	/ $\mu$ l	6,7	25,1	Raro
<b>Neutrófilos segmentados</b>	/ $\mu$ l	4117	1908,7	1000 - 7200
<b>Eosinófilos</b>	/ $\mu$ l	435	295,5	50 - 650
<b>Basófilos</b>	/ $\mu$ l	64	92,5	0 - 120
<b>Linfocitos</b>	/ $\mu$ l	4484	1824,8	2000 - 9000
<b>Monocitos</b>	/ $\mu$ l	100	104,3	0 - 550

\*Valores referenciales tomados de Weiss y Wardrop (2010) y Pugh y Baird (2012).

En esta finca, se decidió muestrear caprinos, por la cantidad disponible en producción, así como la ubicación de los animales, los ovinos se encontraban en diferentes potreros, con manejo poco conocido o controlado. En la elección de los animales a valorar se excluyeron los animales destinados a reemplazo, ya que éstos no habían enfrentado demandas metabólicas asociadas a la producción debido a su corta edad.

Los resultados obtenidos en la hematología se encuentran dentro de los rangos de referencia según Pugh y Baird (2012). Dentro de las observaciones morfológicas, predominan los linfocitos con granulación azurófila, corpúsculos de Howell Jolly, punteado basófilo en eritrocitos, todas estas alteraciones pueden estar presentes en caprinos con cuadros de anemia regenerativa muy leves, los mismos se pueden ver enmascarados por una ligera hemoconcentración o cuadros de deshidratación pasajera o por estrés (consecuencia de la sujeción para la valoración y toma de muestra) (Polizopoulou 2010; Jiménez et al. 2013).

El resultado obtenido por la técnica de FAMACHA© estaba dentro de los parámetros considerados para no medicar al hato con medicamentos antihelmínticos, se obtuvo un promedio de dos y según la escala de coloración es el valor aceptable (Ver Anexo 2).

En la observación de frotis sanguíneos se determinó que en el 40 % de los individuos (6/15) es positivo para hemoparásitos morfológicamente compatibles con *Anaplasma* spp.

Con respecto a la valoración de heces, no se pudo obtener muestra de una cabra, por lo tanto se procesaron 14 muestras. De las heces evaluadas el 100 % (14/14) de las muestras resultó positivo para parásitos gastrointestinales tipo strongylida, con un promedio de 650 HPG. En la identificación mediante coprocultivo se determinó que son *Haemoncus contortus* (Ver Figura 6).

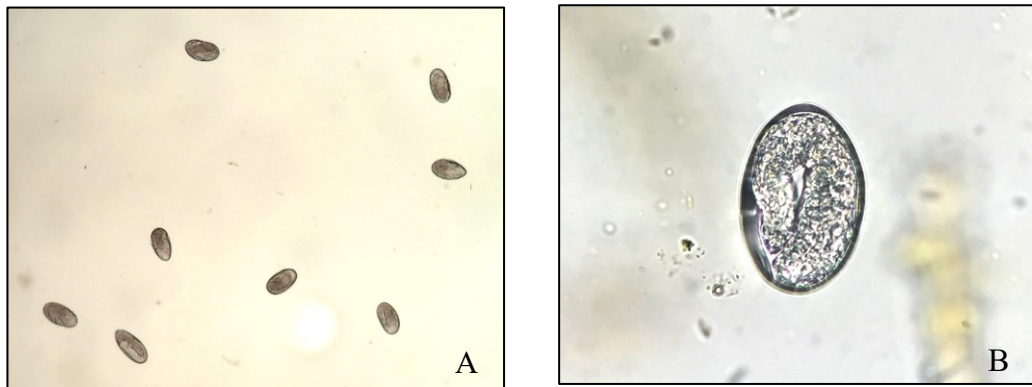


Figura 6. Especímenes de strongylida obtenidos mediante la técnica de flotación Sheater (A), posteriormente identificados mediante coprocultivo como *Haemoncus contortus*.

Además de *H. Contortus*, determinó la presencia de *Skrjabinema ovis* en un 21% (3/14) (Ver Figura 7).



Figura 7. Especímen de *Skrjajabinema ovis*. (flecha) obtenido mediante la técnica de flotación Sheater.

De la misma manera se observó un 21% (3/14) *Trichuris* spp. (Ver Figura 8) y un 7% (1/14) de coccidios morfológicamente compatibles con *Eimeria* spp. (Ver Figura 9).



Figura 8. Especímen de *Trichuris* spp. obtenido mediante la técnica de flotación Sheater.



Figura 9. Especímen de *Eimeria* spp. (flecha) obtenido mediante la técnica de flotación Sheater.

### 3.1.4. Finca 4

La Finca 4, Finca Don Pedro, se ubica en San Francisco de Coronado, se dedica a la producción láctea, tanto bovina como caprina, cuenta además, con un pequeño hato ovino y suino. En el Cuadro 4 se encuentran los valores promediados de los hallazgos hematológicos de dicha finca.

Cuadro 4. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 4 Don Pedro en San Francisco de Coronado, San José n=14 cabras.

Finca 4		Don Pedro-Coronado, San José		
<b>Animales en la finca</b>	220 mixto			
<b>Animales evaluados</b>	14 cabras			
<b>Tipo de explotación</b>	Leche / Mixta			
Parámetro	Unidad	Promedio obtenido	Desviación estandar	Rango de referencia*
<b>FAMACHA©</b>		3	1	1-2
<b>Condición corporal</b>		3	1	3
<b>Hematocrito</b>	%	21,4	6,6	22 - 38
<b>Hemoglobina</b>	g/dl	7,6	2,3	8 - 12
<b>CHCM</b>	g/dl	35,4	9,3	30 - 36
<b>Conteo de leucocitos</b>	/ $\mu$ l	10810	4283,5	4000 - 13000
<b>Neutrófilos en banda</b>	/ $\mu$ l	0	0	Raro
<b>Neutrófilos segmentados</b>	/ $\mu$ l	6564	3865,3	1000 - 7200
<b>Eosinófilos</b>	/ $\mu$ l	430	493,3	50 - 650
<b>Basófilos</b>	/ $\mu$ l	23	57,1	0 - 120
<b>Linfocitos</b>	/ $\mu$ l	3794	1765,2	2000 - 9000
<b>Monocitos</b>	/ $\mu$ l	0	0	0 - 550

\*Valores referenciales tomados de Weiss y Wardrop (2010) y Pugh y Baird (2012).

La técnica de FAMACHA© evidencia que los caprinos evaluados se encuentran en el límite para iniciar la medicación, según Vargas (2006). En asociación a FAMACHA©, la hematología indica un estado de anemia generalizada en el hato en estudio, ya que los valores de hematocrito y hemoglobina están por debajo del rango referencial, siendo éstos los únicos valores fuera del rango establecido. Las observaciones morfológicas confirman que, ante la disminución de hematocrito, la médula compensa con eritrocitos con corpúsculos de Howell Jolly, punteado basófilo y algunos neutrófilos tóxicos, células de defensa que ante diversos agentes se manifiestan con citoplasma irregulares y pueden presentar alteraciones morfológicas (Jones y Allison 2007). No se mostraron alteraciones en la fórmula blanca.

Con respecto a la observación y búsqueda de hemoparásitos, se observó en el 57% de las cabras (8/14) la presencia de hemoparásitos morfológicamente compatibles con *Anaplasma* spp. Así como el 7% (1/14) evidenció la presencia de una estructura compatible con un trofozoito de *Babesia* spp, o *Theileria* spp. (Ver Figura 10).



Figura 10. Estructura compatible con un trofozoito de *Babesia* spp. o *Theileria* spp. observada en extensión de sangre (tinción Maygrünwal giemsa de un caprino, Finca 4 en San Francisco de Coronado).

En esta finca se presentó dificultad para tomar muestra de heces en 3 de los animales. Por lo tanto, se procesaron 11 muestras de heces. Dentro de los resultados obtenidos para la presencia de parásitos gastrointestinales el 91% (10/11) de las

muestras resultó positivo para strongylida, con un promedio de 1400 HPG en la identificación mediante coprocultivo se determinó que estos correspondieron al género *Haemonchus contortus*.

Además, en las heces se observó que el 67% (8/11) de las cabras resultaron positivas para coccidios morfológicamente compatibles con *Eimeria* spp.

### **3.1.5. Finca 5**

La Finca 5, corresponde a la Finca Ciudad de los Niños en Agua Caliente de Cartago. Cuenta con instalaciones de alta calidad, corrales en cemento, con divisiones en malla. Cuentan con todo tipo de animales de granja, ovejas, bovinos y caprinos, los cuales crían y trabajan con el fin de enseñar los procesos de producción a niños y adolescentes.

Luego de hacer una valoración de los diferentes recintos, se decidió muestrear 20 ovejas, el encargado de la esta división informó de la gran producción con la que contaban, así como algunos problemas de manejo, típicos de este modelo de explotación. En esta finca hubo dificultad de elección de individuos, se eligió a los de mejor condición corporal y los que no manifestaban signos clínicos obvios según los criterios de inclusión y exclusión del presente estudio. Según se evidencia en Cuadro 5, la condición corporal de los animales se muestra por debajo del rango normal; los valores hematológicos de estos animales están por debajo de los valores de referencia; y la prueba de FAMACHA© (Ver Anexo 2) indicó que los animales necesitaban ser desparasitados según el color pálido de la conjuntiva ocular de los animales analizados.



Cuadro 5. Valores hematológicos obtenidos para la Finca 5 Ciudad de los Niños - Agua Caliente, Cartago, n=20 ovejas.

<b>Finca 5</b>		<b>Ciudad de los Niños - Agua Caliente, Cartago</b>		
<b>Animales en la finca</b>	200 mixto			
<b>Animales evaluados</b>	20 ovejas			
<b>Tipo de explotación</b>	Mixta			
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Promedio obtenido</b>	<b>Desviación estandar</b>	<b>Rango de referencia*</b>
<b>FAMACHA©</b>		4	1	1-2
<b>Condición corporal</b>		2	0	3
<b>Hematocrito</b>	%	19,7	6	27 - 45
<b>Hemoglobina</b>	g/dl	6,58	1,5	9 - 15
<b>CHCM</b>	g/dl	34	4	31 - 34
<b>Conteo de leucocitos</b>	/ $\mu$ l	6337	1850,6	4000 - 8000
<b>Neutrófilos en banda</b>	/ $\mu$ l	0	0	Raro
<b>Neutrófilos segmentados</b>	/ $\mu$ l	2909	1321,6	700 - 6000
<b>Eosinófilos</b>	/ $\mu$ l	187	185,5	0 - 1000
<b>Basófilos</b>	/ $\mu$ l	15	30,9	0 - 300
<b>Linfocitos</b>	/ $\mu$ l	3213	1070,2	2000 - 9000
<b>Monocitos</b>	/ $\mu$ l	12	26,9	0 - 750

\*Valores referenciales tomados de Weiss y Wardrop (2010) y Pugh y Baird (2012).

Se evidencia anemia, ya que el valor promedio obtenido de hematocrito es cercano al 20%, así como una deficiencia de hemoglobina, responsable de otorgar una buena distribución del oxígeno en todo el organismo de los animales afectados. Las alteraciones morfológicas confirman los hallazgos físicos y clínicos: corpúsculos de Howell Jolly, asociados a anemia, macroplaquetas, linfocitos reactivos, linfocitos con granulación azurófila, eritrocitos con punteado basófilo y neutrófilos tóxicos, asociados a procesos infecciosos en proceso (Jones y Allison 2007; Polizopoulou 2010).

Es importante recalcar que las condiciones corporales de los animales eran muy bajas, tanto la masa muscular, como el manto de pelo de muy mala calidad. Del grupo seleccionado se descartaron tres animales por presentar un incremento notorio en los linfonodos submandibulares, temperatura corporal por encima de los 39 °C, edema submandubilar, así como una muy baja condición corporal.

Se observó que en el 10% de los individuos (2/20), la presencia de hemoparásitos morfológicamente compatibles con *Anaplasma* spp. Es importante

enfaticar que los animales pueden estar padeciendo de una infección por hemoparásitos, pero la observación de los mismos no se haya logrado por múltiples razones, como por ejemplo, que en la gota de sangre evaluada no hayan sido incluidos.

En la evaluación coprológica se observó macroscópicamente que la consistencia de las heces no era la habitual además, el 94 % (17/19) de las muestras resultó positivo para Strongylida, con un promedio de 6320 hpg en la identificación se determinó que estos son *Haemonchus contortus*. Esta gran cantidad de parásitos se asocian con anemias hipocrómicas macrocíticas regenerativas por disminución en el hematocrito y hemoglobina, además de trombocitopenia en animales infectados con *Haemoncus contortus* y con estado nutricional bajo (Cériac 2017).

De las muestras positivas a parásitos gastrointestinales, se determinó un 10% (2/19) de incidencia de coccidios morfológicamente compatibles con *Eimeria* spp.

Por lo tanto, se puede correlacionar la sintomatología clínica con los hallazgos obtenidos en laboratorio, debido a la alta cantidad de parásitos presente en los individuos. Como ya se ha mencionado, la manifestación clínica por lo general se da cuando los animales tienen un número mayor de 2000 hpg según Matthews (2016). En general, de las fincas visitadas, la de Cuidad de los Niños es la más afectada.

El estudio a campo en todas las fincas se realizó intentando seleccionar los animales que se encontraban en mejores condiciones clínicamente hablando, así como en etapas semejantes de producción, sin embargo, muchas veces la enfermedad con presentación subclínica puede ocasionar que los datos obtenidos varíen entre individuos de la misma finca, alterando el resultado final.

## 4. CONCLUSIONES

1. Se reforzó la habilidad necesaria para la toma de muestras sanguíneas y coproparasitológicas, con el fin de obtener diagnósticos clínicos de calidad.
2. Se generó información para la construcción de una base de datos sobre la explotación ovina y caprina a nivel del área metropolitana, la misma contiene cantidad de animales en el hato, tipo de explotación y hallazgos hematológicos y coproparasitológicos de cada finca, lo que permitió dar a conocer el estado de las fincas en estudio.
3. Se logró desarrollar experiencia en la interpretación de los resultados así como en el montaje necesario para la obtención de la hematología y coproparasitología de los ovinos y caprinos en el estudio.

## 5. RECOMENDACIONES

Para interpretar la hematología y examen coproparasitológico de cada individuo hay que tomar en cuenta los factores extrínsecos e intrínsecos del mismo, ya que animales aparentemente sanos al examen físico podrían presentar alteraciones en las pruebas de laboratorio.

La técnica de FAMACHA© debe ser ejecutada por una persona con entrenamiento adecuado, así como la experiencia necesaria, ya que es una prueba muy subjetiva, variando entre un ejecutor y otro.

Si bien la técnica de FAMACHA© se puede correlacionar a la presencia de *Haemoncus contortus*, esta prueba puede dar falsos positivos o negativos, lo ideal es acompañar las valoraciones de finca con exámenes atinentes al padecimiento, en este caso un debido examen coproparasitológico.

La confirmación de hemoparásitos presentes debe realizarse mediante técnicas consideradas “*standard goal*” o prueba de oro, como lo es la técnica de diagnóstico molecular o la reacción en cadena de la polimerasa de ADN (PCR), para cada uno de los agentes en cuestión.

Es necesario extender el estudio a otras áreas geográficas del país para conocer la situación real del país referente a la explotación de pequeños rumiantes.

Si existe correlación entre lo mencionado en la literatura y la manifestación subclínica de los patógenos, animales que son positivos a parásitos y hemoparásitos sin evidenciar signos de enfermedad, por esto es importante realizar periódicamente exámenes para evaluar la incidencia de estos.

Muchas veces se atribuye la poca ganancia de peso, o pérdidas de este a problemas de alimentación únicamente, sin tomar en cuenta distintos factores como los agentes patógenos concomitantes o las enfermedades metabólicas. Por ende, el trabajo

en las fincas debe ser multidisciplinario para tomar en cuenta la mayor cantidad de factores involucrados en los índices de producción de los hatos.

Es necesario que los propietarios de las fincas sepan de la presencia de estos agentes, y el posible impacto en el hato, ya que se pueden tomar medidas preventivas para evitar pérdidas innecesarias.

Es importante promover el mejoramiento de las condiciones de bienestar animal para que los animales sanos, tanto como los de presentación subclínica y clínicamente enfermos no sean expuestos de forma excesiva factores de estrés que promuevan la manifestación de las enfermedades o el avance de estas.

Siempre se debe aspirar a mejorar las prácticas de manejo para evitar la permanencia, reproducción y distribución de los agentes patógenos, uno de los logros de este estudio fue el generar información útil para alertar a los productores y personal de apoyo sobre las facilidades de diagnóstico y en base a esto saber que acciones están funcionando y cuales se podrían implementar para promover la salud del hato tomando en cuenta factores como la segregación de los animales, rotación de los potreros, limpieza de los corrales y edificios, alimentación, manejo, medicación, entre otros.

Presencia de parásitos no es sinónimo de enfermedad, pero si es indispensable periódicamente realizar estudios en el hato para saber ante que retos que se enfrenta cada finca.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrantes-Granados O. 2015. *Brucella* spp. en el hato ovino costarricense. Heredia, CR: Tesis (Licenciatura) Universidad Nacional.
- Campbell TW. 2015. Exotic animal hematology and cytology. 4. ed. Iowa (US): Wiley Blackwell. 424 p.
- Cériac S, Jayles C, Arquet R, Feuillet D, Félicité Y, Archimède H, Bambou JC. 2017. The nutritional status affects the complete blood count of goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. [Internet]. *Vet Res* 13(1)326: 1-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5679319/> doi: 10.1186/s12917-017-1248-4
- Chacón-Hernández P, Boschini-Figueroa C. 2016. Crecimiento del ganado caprino en una finca del valle central de Costa Rica. [Internet]. *Agron. Mesoam* 27(1):159-165. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/21895> doi:10.15517/AM.V27I1.21895
- Chacón-Villalobos A, Araya-Quesada YM, Gamboa-Acuña ME. 2008. Percepciones y hábitos de consumo de la leche de cabra y sus derivados en los costarricenses. [Internet]. *Agron Mesoam* 19(2): 241-250. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v19n02\\_241.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_241.pdf)
- Di Loria A, Veneziano V, Piantedosi D, Rinaldi L, Cortese L, Mezzino L, Cringoli G, Ciaramella P. 2009. Evaluation of the FAMACHA© system for detecting the severity of anaemia in sheep from southern Italy. [Internet]. *Vet Parasitol* 161(1-2): 53-59. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401708006821?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.vetpar.2008.12.002
- Foreyt, W. 2001. *Veterinary parasitology: Reference Manual*. 5ed. Iowa (US): Blackwell.
- Guzmán-Medina LE, Callacná-Custodio MA. 2013. Valores hematológicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. [Internet]. *Scien Agrop* 4(4): 285-292. Disponible en <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/442/393> doi: 10.17268/sci.agropecu.2013.04.02
- Hernandez-Gamboa J. 2009. *Manual de Técnicas parasitológicas*. Heredia (CR): Cátedra de parasitología y enfermedades parasitarias, Universidad Nacional.

- Jacobs D, Fox M, Gibbons L, Hermosilla C. 2016. Principles of veterinary parasitology. 1. ed. Oxford (UK): Wiley Blackwell. 724 p.
- Jiménez AE, Fernández A, Alfaro R, Dolz G, Vargas B, Epe C, Schnieder T. 2010. A cross-sectional survey of gastrointestinal parasites with dispersal stages in feces from Costa Rican dairy calves. [Internet]. *Vet Parasitol* 29: 173:236-246. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401710004164?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.vetpar.2010.07.013
- Jiménez A, García A, Angulo C, Gómez J. 2013. Detección por PCR de *Anaplasma* spp. en caprinos del municipio de Los Santos, Santander-Colombia. [Internet]. *Spei Domus* 9(19):11-16. Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/704/690> doi: 10.16925/sp.v9i19.704
- Jiménez-Alfaro E, Chaverri-Esquivel L, Camacho-Cascante MI, Alpízar-Naranjo A, Jiménez Castro J. 2017. Generando capacidades para el fortalecimiento de caprinocultores de la Cooperativa de Productores de Leche de Cabra de la región norte de Costa Rica. [Internet]. *Perspectivas Rurales* 15(29):221-227. Disponible en: <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales/article/view/9291>
- Jiménez E, Montenegro VM, Hernández J, Dolz G, Maranda L, Galindo J, Epe C, Schnieder T. 2007. Dynamics of infections with gastrointestinal parasites and *Dictyocaulus viviparus* in dairy and beef cattle from Costa Rica. [Internet] *Vet Parasitol* 148(3-4):262-271. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401707002932?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.vetpar.2007.06.015
- Jones ML, Allison RW. 2007. Evaluation of the ruminant complete blood cell count. [Internet]. *Vet Clin N Am-Food A* 23(3): 377-402. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749072007000461?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.cvfa.2007.07.002
- Matthews J. 2016. Diseases of the goat. 4. ed. Oxford (Uk): Wiley Blakcwell. 447 p.
- Medina LEG, Custodio MÁC. 2013. Valores hematológicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. [Internet]. *Scientia Agrop* 4(4):285-292. Disponible en: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/442> doi: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2013.04.02>
- Meneses-Guevara A, Bouza-Mora L. 2014. Manual de hematología y química clínica en medicina veterinaria. 1. ed. Heredia, C.R.: EUNA. 292 p.

- Meneses-Guevara A, Bouza-Mora L, Romero-Zúñiga JJ. 2010. Efecto del tiempo sobre la estabilidad de variables hematológicas en muestras de sangre de caninos. [Internet]. Rev Cienc Vet 28(1):37-44. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/288507596\\_Efecto\\_del\\_tiempo\\_sobre\\_la\\_estabilidad\\_de\\_variables\\_hematologicas\\_en\\_muestras\\_de\\_sangre\\_de\\_caninos](https://www.researchgate.net/publication/288507596_Efecto_del_tiempo_sobre_la_estabilidad_de_variables_hematologicas_en_muestras_de_sangre_de_caninos)
- Mora-Valverde D. 2012. Sistema de producción a pequeña escala de dulce de leche caprino en Costa Rica. [Internet]. Agron Mesoam 23(1):151-158. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/257395359\\_SISTEMA\\_DE\\_PRODUCION\\_A\\_PEQUENA\\_ESCALA\\_DE\\_DULCE\\_DE\\_LECHE\\_CAPRINO\\_EN\\_COSTA\\_RICA\\_1](https://www.researchgate.net/publication/257395359_SISTEMA_DE_PRODUCION_A_PEQUENA_ESCALA_DE_DULCE_DE_LECHE_CAPRINO_EN_COSTA_RICA_1)
- Morales G, Guillen AT, Pinho A, Pino L, Barrios F. 2010. Clasificación por el método FAMACHA© y su relación con el valor de hematocrito y recuento de hpg de ovinos criados en condiciones de pastoreo. [Internet]. Zootec Trop 28(4):545-555. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?zt10054>
- Oliveira JB, Montoya J, Romero JJ, Urbina A, Soto-Barrientos N, Melo ESP, Ramos CA, Araújo FR. 2011. Epidemiology of bovine anaplasmosis in dairy herds from Costa Rica. [Internet]. Vet Parasitol 177(3-4):359-365. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401710007132> doi: 10.1016/j.vetpar.2010.12.006
- Polanco-Echeverry DN, Velásquez-Vélez R. 2013. Hemoparasite infection in goats and sheep at five municipalities in north and northeastern Antioquia (Colombia). [Internet]. CES Vet Med Zootech 8(1):14-24. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-96072013000100002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072013000100002)
- Polizopoulou ZS. 2010. Haematological test in sheep health management. [Internet]. Small Ruminant Res.92(1-3): 88-91. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448810001100> doi: 10.1016/j.smallrumres.2010.04.015
- Pugh DG, Baird AN. 2012. Sheep and goat medicine. 2. ed. Maryland Heights (MO): Elsevier Saunders. 621 p.
- Revista ProAgro Productor Agropecuario. 2015a. Productores de ovejas y cabras tendrán cita en Costa Rica. ProAgro (Costa Rica). [Internet]. <https://revistaproagro.com>; [publicado el 27 de octubre del 2015] Disponible en: <https://revistaproagro.com/productores-ovejas-cabras-tendran-cita-costa-rica/>
- Revista ProAgro Productor Agropecuario. 2015b. Costa Rica tendrá cooperativa de productores de ovejas. ProAgro (Costa Rica). [internet].



<https://revistaproagro.com>; [publicado el 11 de noviembre del 2015] Disponible en: <https://revistaproagro.com/productores-ticos-conformaron-coopeovinos/>

Romero O. 2015. Herramientas de manejo animal: evaluación de la condición corporal y edad en ovinos. [Internet]. *Chil J Agr Res* 79(7): 1-2. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40188.pdf>

Schuerle M, Mahling M, Muntwyler J, Pfister K. 2010. The accuracy of the FAMACHA©-method in detecting anaemia and haemonchosis in goat flocks in Switzerland under field conditions. [Internet]. *Vet Parasitol* 170(1-2): 71-77. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401710000555?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.vetpar.2010.01.035

Shabana II, Alhadlag NM, Zaraket H. 2018. Diagnostic tools of caprine and ovine anaplasmosis: a direct comparative study. [Internet]. *BMC Vet Res* 14(165):1-8. Disponible en: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5964659/pdf/12917\\_2018\\_Article\\_1489.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5964659/pdf/12917_2018_Article_1489.pdf) doi: 10.1186/s12917-018-1489-x

Shebish E, Vemulapalli R, Oseto C. 2012. Prevalence and molecular detection of *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* in cattle from Puntarenas province, Costa Rica. [Internet]. *Vet Parasitol* 188 (1-2):164-167. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401712001331?via%3Dihub> doi: 10.1016/j.vetpar.2012.03.009

Stuen SS. 2016. Haemoparasites in small ruminants in European countries: challenges and clinical relevance. [Internet]. *Small Ruminant Res* 142(9): 22-27. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448816300542> doi: 10.1016/j.smallrumres.2016.03.005

Thrall MA, Weiser G, Allison RW, Cambell TW. 2012. *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. 2. ed. Iowa (US): Wiley-Blackwell. 762 p.

Ueno H y Gonçalves PC. 1994. *Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes*. 1. ed.

Tokyo (Japon): Japan International Cooperation Agency. 143p.

Vargas-Rodríguez, CF. 2006. Famacha© control de Haemonchosis en caprinos. [Internet]. *Agron Mesoam* 17(1):79-88. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43717112>

Vieira A, Brandao S, Monteiro A, Ajuda I, Stilwell G. 2015. Development and validation of a visual body condition scoring system for dairy goats with picture-based training. [Internet]. *J Dairy Sci* 98(9):1-12. Disponible en:

[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(15\)00480-4/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(15)00480-4/fulltext)  
doi: 10.3168/jds.2015-9428

WAHIS interface. 2019. Población animal de Costa Rica. [Internet]. Paris, Francia: Organización Mundial de Sanidad Animal; [actualización 2017; citado el 19 enero 2019]. Disponible en: [http://www.oie.int/wahis\\_2/wah/action7\\_es.php](http://www.oie.int/wahis_2/wah/action7_es.php)

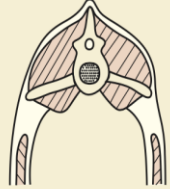
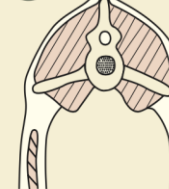
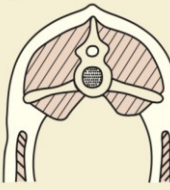
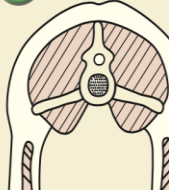
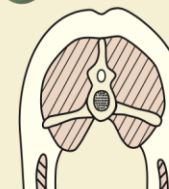
Weiss DJ, Wardrop KJ. 2010. Schalm's veterinary hematology. 6. ed. Iowa (US): Wiley-Blackwell. 1206 p.

Yang J, Liu Z, Niu Q, Liu J, Han R, Guan G, Hassan MA, Liu G, Luo J, Yin H. 2016. *Anaplasma phagocytophilum* in sheep and goats in central and southeastern China. [Internet]. Parasites Vector 9(593): 1-7. Disponible en: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5117546/pdf/13071\\_2016\\_Article\\_1880.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5117546/pdf/13071_2016_Article_1880.pdf) doi: 10.1186/s13071-016-1880-z

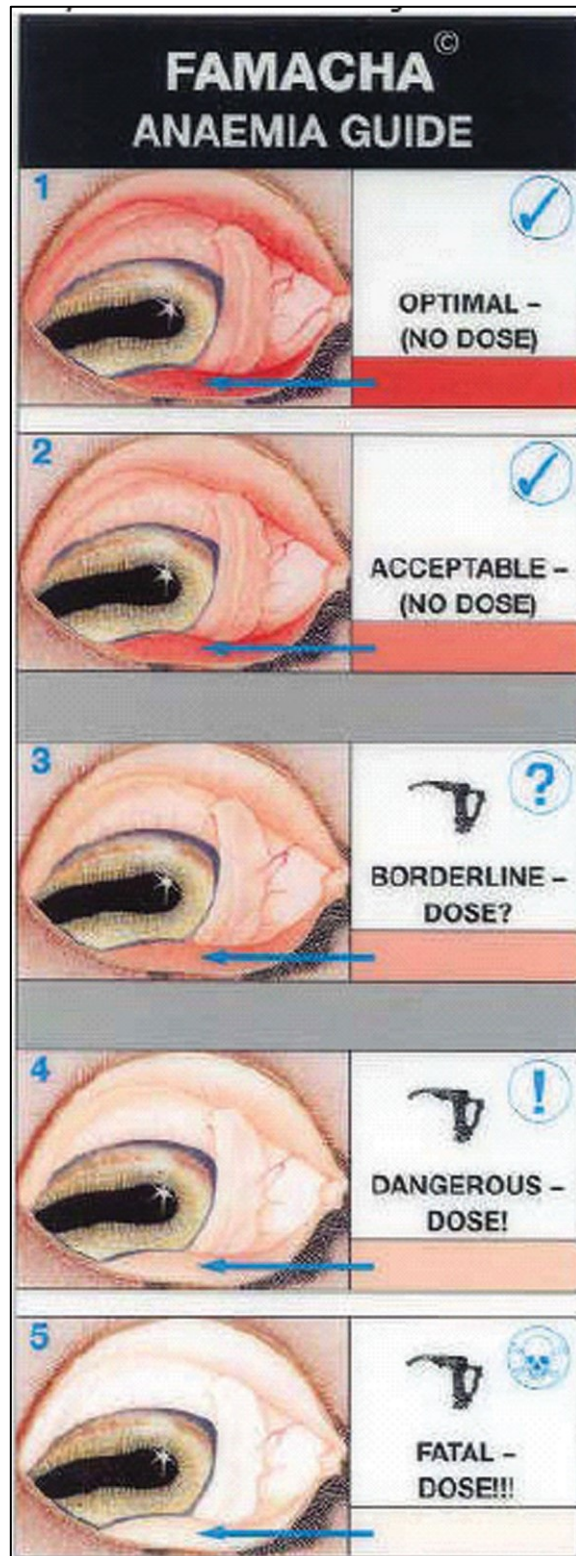
Yang J, Liu Z, Niu Q, Liu J, Han R, Guan G, Hassan MA, Liu G, Luo J, Yin H. 2017. A novel zoonotic *Anaplasma* species is prevalent in small ruminants: potential public health implications. [Internet]. Parasites Vector 10(264): 1-6. Disponible en: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5450374/pdf/13071\\_2017\\_Article\\_2182.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5450374/pdf/13071_2017_Article_2182.pdf) doi: 10.1186/s13071-017-2182-9

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Representación gráfica de la escala de evaluación de la condición corporal en ovinos según Romero, 2015.

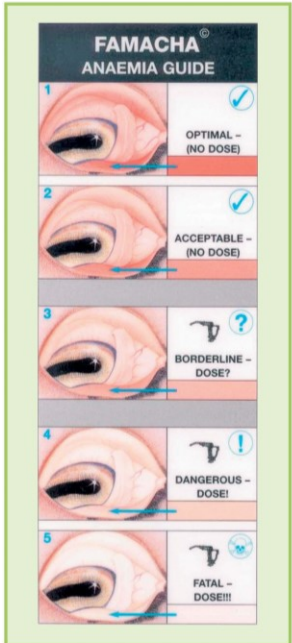
<p><b>1</b></p>  <p><b>Animal con muy bajo peso.</b> Piel pegada a la base la cola y pelvis. Vertebras lumbares fácilmente perceptibles a la vista y al tacto. Apófisis transversa y espinosa están aguzadas, sin nada de grasa. Los dedos se introducen fácilmente.</p>	<p><b>2</b></p>  <p><b>Animal con bajo peso.</b> A la palpación las apófisis están prominentes pero suaves. Sobre la pelvis se puede sentir una moderada capa de grasa. Los dedos penetran con cierta facilidad.</p>
<p><b>3</b></p>  <p><b>Animal en buenas condiciones.</b> La base de la cola y la pelvis se sienten con adecuada cubierta muscular y grasa. Las apófisis transversa y espinosa de las vertebras está redondeada Y los dedos se introducen con mayor presión. Las costillas se sienten redondeadas.</p>	<p><b>4</b></p>  <p><b>Animal gordo</b> El área de la base de la cola y la pelvis están redondeadas.</p>
<p><b>5</b></p>  <p><b>Animal obeso</b> El área de la base de la cola y la pelvis, sin angularidades no se palpan prominencias óseas. Apófisis espinosa de las vertebras lumbares y apófisis transversa no se detectan. Las costillas no se palpan ni la depresión entre ellas. (1 cc.corporal=7 kg)</p>	

Anexo 2. Escala gráfica de la coloración de la conjuntiva ocular, asociada a la presencia de parásitos gastrointestinales (*Haemoncus contortus*), método FAMACHA© según Vargas, 2006.



Anexo 3. Ficha técnica utilizada para la tabulación de datos obtenidos en las distintas fincas visitadas. Escala de FAMACHA© según Vargas, 2006.

### Ficha Técnica













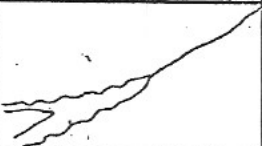
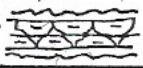


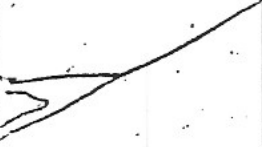

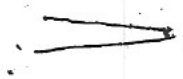
Finca #:	Fecha:	Encargado (a) de la visita:	
Ubicación geográfica:	Tipo de producción:	Tipo Explotación:	
Población de pequeños rumiantes C: O:	Características de la finca:		
Población animal adicional Especies: Cantidad:	Tipo de alimentación:	Observaciones:	

#	Id	Sexo	FAMACHA	Condición Corporal	Actitud	Linfonodos	Temperatura	Tipo pelo	Observaciones

Anexo 4. Tabla de identificación "Clave" utilizada en el laboratorio de Parasitología de la Universidad Nacional para la identificación de endoparásitos en rumiantes (Ueno y Gonçalves 1994).

L3

Características de larvas de 3<sup>o</sup> est. (ó L inf.) de nematodos (rumiantes)

GENERO	Tipo de cauda	comp. total	Forma de Cauda	Reg. ant. de algunas particularidades
Trichostrongylus sp	corta	± 650 μ		
Ostertagia sp	corta	± 840 μ		 *
Bunostomum sp	media	± 600 μ		Dilatación de esófago en la parte distal. Coram se ben com Lugol 
Haemonchus sp	media	± 720 μ		
Cooperia sp	media	± 800 μ		 2 cuerpos refringentes en la región anterior
Oesophagostomum	larga	760 μ a 1100 μ		cutícula rugosa. celulas intestinales poligonales 
Chabertia sp	larga	724 μ a 890 μ		celulas intestinales rectangulares  *
Nematodi-	larga	920 μ a 1130 μ		So e encontrado em cultura de mais de 10 dias 
Strongyloides sp		± 580 μ		Sem. balha Cauda bifida

Mecistocir  
digitalis  
cola Med