



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA SEDE REGIONAL CAMOAPA

RECINTO UNIVERSITARIO “MYRIAM ARAGÓN FERNÁNDEZ”

Trabajo de Tesis

Evaluación del método FAMACHA en la
detección de anemia por parásitos
gastrointestinales hematófagos en terneros de 25
fincas de Nicaragua, junio - agosto 2020

Autores

Br. Fenner Alexander Lazo Hernández

Br. Franer Jarley González Martínez

Asesores

MV. Willmord Jenitzio Jirón Aragón

MV. José Adán Robles Jarquín

Camoapa, Boaco, Nicaragua

Noviembre, 2020



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA SEDE REGIONAL CAMOAPA

RECINTO UNIVERSITARIO “MYRIAM ARAGÓN FERNÁNDEZ”

Trabajo de Tesis

Evaluación del método FAMACHA en la
detección de anemia por parásitos
gastrointestinales hematófagos en terneros de 25
fincas de Nicaragua, junio-agosto 2020

Autores

Br. Fenner Alexander Lazo Hernández

Br. Franer Jarley González Martínez

Asesores

MV. Willmord Jenitzio Jirón Aragón

MV. José Adán Robles Jarquín

Presentado a la consideración del Honorable Comité Evaluador
como requisito para optar al título profesional de:

Médico Veterinario

Camoapa, Boaco, Nicaragua

Noviembre, 2020

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por el director de Sede Regional Camoapa M.Sc. Luis Guillermo Hernández Malueños como requisito parcial para optar al título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

Miembros del Honorable Comité evaluador:

M.V. Robell Raduam Masís Ríos
Presidente

M.V. Omar Enrique Navarro Reyes
Secretario

MSc. Mauricio Silva Torres
Vocal

Camoapa, Boaco, Nicaragua

04 de noviembre de 2020

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PAGINÁ
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Antecedentes	4
3.2 Anemia	5
3.2.1 Clasificación de la anemia	6
Parásito	6
3.4 Parásitos hematófagos gastrointestinales que afectan a los bovinos	6
3.4.1 <i>Trichostrongylus</i>	6
3.4.2 <i>Ostertagia</i>	7
3.4.3 <i>Haemonchus</i>	7
3.5 Epidemiología	7
3.5.1 Tricostrongilidosis, Haemonchosis y Ostertagiosis	7
3.6 Ciclo biológico de los Parásitos hematófagos	8
3.6.1 <i>Trichostrongylus</i> spp	8
3.6.2 <i>Ostertagia</i> spp	8
3.6.3 <i>Haemonchus contortus</i>	9
3.6.4 <i>Cooperia</i> spp	9
3.7 Efecto patógeno de los parásitos hematófagos	10
3.7.1 Patogenia de <i>Haemonchus contortus</i>	10

3.7.2 Patogenia de <i>Trichostrongylus axei</i>	10
3.7.3 Patogenia de <i>Ostertagia Ostertagi</i>	11
3.7.4 Patogenia de <i>Cooperia punctata</i> y <i>C. oncophora</i>	11
3.8 Síntomas generales de parásitos gastrointestinales hematófagos	11
3.9 Método de FAMACHA	12
3.10 El procedimiento para realizar un frotis sanguíneo	12
3.11 Hematocrito	13
3.12 Examen coproparasitario	13
3.13 Exactitud o validez de las pruebas diagnósticas	13
3.14 Valores predictivos (VPs)	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
4.1 Ubicación y fechas del estudio	15
4.1.1 Situación ambiental de la zona	16
4.2 Diseño de la investigación	16
4.2.1 Fase de Campo	16
4.2.2 Fase de laboratorio	17
4.2.3 Población y muestra	20
4.2.4 Criterios de selección	20
4.3 Datos evaluados	20
4.3.1 Coloración de la conjuntiva ocular	20
4.3.2 Hematocrito	21
4.3.3 Carga parasitaria	21
4.3.4 Exactitud del metodo FAMACHA en la deteccion de anemia	22
4.3.5 Valores predictivos del método FAMACHA para detección de anemia	22
4.4 Recolección de datos	23
4.5 Análisis de datos	23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1 Coloración de la conjuntiva ocular	25
5.2 Hematocrito	25
5.3 Carga parasitaria	27
5.4 Relación FAMACHA - Hematocrito	28
5.5 Relación FAMACHA - Carga parasitaria (HPG)	30
5.6 Exactitud del método de FAMACHA en la detección de anemia	31
5.7 Valores predictivos del Método FAMACHA para detección de anemia	32

VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES	34
VIII. LITERATURA CITADA	35
IX. ANEXOS	41

DEDICATORIA

“Estudiar los fenómenos patológicos sin libros es como surcar los mares sin cartas de navegación, mientras que estudiar libros sin pacientes es como no navegar en absoluto”. SIR WILLIAM OSLER

En primer lugar, a Dios por darme cada día fortaleza y la sabiduría de seguir adelante a pesar de todos los obstáculos de la vida.

Seguidamente a mi papá Francisco González y mi adorable madre María Martínez, quienes han sido los pilares, desde mi niñez forjando valores y respeto hacia las personas, sobre todo la ayuda económicamente en mi carrera.

A mi esposa Isayana Martínez y mi hija Emma González, ellas son lo más valioso de mi vida, y por las que cada día lucho por salir siempre adelante y brindarles un mejor futuro.

A mi hermana Maryuris González ya que siempre estuvo ayudándome y dándome consejos.

Franer Jarley González Martínez

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios, sin su voluntad nada de esto hubiera sido posible.

A mi padre, Claudio Lazo, por ser quien me ayudó económicamente siempre que lo necesité, el esfuerzo y la dedicación en toda esta travesía han sido más suyos que míos.

A mis tíos (Ariel, Daniel, Jairo, Dámaso y Esther) que siempre estuvieron apoyándome de forma directa e indirecta con cada acción suya.

A mis hermanos (Naelson, Geovanny y María) porque inconscientemente, siempre me han motivado a prepararme más.

A mis abuelos (Dámaso Lazo y María Félix) que siempre me aconsejaron.

Fenner Alexander Lazo Hernández

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por la ayuda que me brinda todos los días, por darme la fuerza para cumplir poco a poco mis metas y mejorar mi calidad de estudio.

A mi familia por la ayuda que me brindaron siempre, a pesar de las dificultades que he tenido en el pasar de los años y ellos siempre estuvieron ahí para apoyarme.

A mis asesores José Adán Robles, Willmord Jirón ya que ellos nos apoyaron de una manera muy incondicional, siempre estuvieron ahí ayudándonos y al pendiente de nuestro trabajo.

A mi compañero y amigo Fenner Lazo por brindarme su apoyo y conocimiento incondicional, por comprenderme y ayudarme en los peores momentos.

Al Dr. Enrique Rimbaud por brindarnos la ayuda por parte del laboratorio y enseñarnos conocimientos en nuestro ámbito laboral como futuros veterinarios.

Franer Jarley González Martínez

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por darme la destreza y la disciplina para culminar esta parte de mi formación profesional.

Agradezco infinitamente a mi familia (padres, hermanos, tíos, primos y abuelos) por la ayuda que me han brindado, por cada grano de arena que han puesto para que esta meta se lleve a cabo.

El agradecimiento más especial es para mi padre, Claudio Lazo, quien con toda la voluntad y la entrega me apoyó de manera incondicional en lo largo de mi carrera, gracias por no claudicar y por animarme a no rendirme en este camino que apenas termina su primera etapa.

Agradezco a mis profesores universitarios, de manera especial al M.V. José Adán Robles y M.V. Willmord Jirón, quienes fueron los asesores de nuestra investigación, sin ellos, este camino hubiera sido más difícil de transitar.

Quedo muy agradecido con el Dr. Enrique Rimbaud y su personal de trabajo por habernos facilitado los materiales y métodos de laboratorio para llevar a cabo esta investigación.

Gracias a todos los conocidos que, en momentos de desesperación, me dieron un norte de como continuar con esta investigación, en especial al MSc. Víctor Álvarez, quien nos apoyó de forma incondicional cuando apenas dábamos el primer paso en esta investigación.

Fenner Alexander Lazo Hernández

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Guía para realizar el recuento de huevos de parásitos	21
2. Tabla 2x2 para cálculo de sensibilidad y especificidad	22
3. Datos utilizados en cálculos de sensibilidad, especificidad y valores predictivos	32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Mapa político de Nicaragua	15
2. Terneros identificados en cada categoría de FAMACHA	25
3. Porcentaje de animales anémicos y no anémicos según el valor de hematocrito	26
4. Promedio de hematocrito para cada categoría de FAMACHA	26
5. Promedio de HPG para cada grado de FAMACHA	27
6. Especies de parásitos encontrados	28
7. Comparación de promedios de Hematocrito obtenido para cada categoría de FAMACHA y valores de hematocrito esperados según FAMACHA	29
8. Correlación general entre FAMACHA y Hematocrito	29
9. Correlación general entre FAMACHA – HPG	31

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Tarjeta gráfica de FAMACHA	41
2. Formato de recolección de datos	42
3. Recolección de muestras de sangre	43
4. Comparación de la conjuntiva ocular con la tarjeta FAMACHA	43
5. Medición del valor de hematocrito	44
6. Huevos de nematodos observados por microscopia	45
7. Interpretación del coeficiente r de Pearson	46

RESUMEN

Los bovinos se ven afectados por múltiples especies de nematodos gastrointestinales, entre ellos están los que provocan anemias (hematófagos) y bajan los estándares productivos de una explotación ganadera. Los objetivos evaluados fueron determinar la relación entre el grado de coloración ocular, con el porcentaje de hematocrito, medir la relación entre el grado de coloración de la conjuntiva ocular, y carga parasitaria en terneros. La presente investigación fue realizada en 25 fincas de Nicaragua con una población de 238 terneros con edades comprendidas de 3-12 meses durante los meses de junio a agosto del 2020. Es una investigación descriptiva no experimental. Los métodos que se utilizaron para medir las variables fueron el Método de FAMACHA, la Técnica de Mc Master, el Método del Micro hematocrito para la medición del hematocrito. Las variables analizadas fueron coloración de la mucosa ocular, hematocrito, carga parasitaria, exactitud del método FAMACHA y valores predictivos del método FAMACHA. En el análisis estadístico descriptivo se usó promedios, desviación estándar y porcentajes. En el análisis de correlación entre las variables: coloración de mucosa ocular, hematocrito y carga parasitaria se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Los resultados de las variables exactitud y valor predictivos se obtuvieron mediante el cálculo de la sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivos y negativos. La Coloración de la Mucosa Ocular más predominante fue FAMACHA 3 con un 39%. El 92.02% del universo muestral presentó un Hematocrito mayor a 24% y el 7.98% tuvo Hematocrito inferior al 24%. En los análisis coprológicos se encontró huevos de Nematodos en el 52.10% de la muestra equivalente a 124 animales, entre ellos el 72.58% presentó *Trichostrongylus* spp. La correlación de variables entre FAMACHA y Hematocrito fue una relación negativa débil ($r = -0.24$) con ($P < 0.05$) y en la correlación entre FAMACHA y Carga Parasitaria se obtuvo un coeficiente de correlación $r = -0.04$ con un ($P > 0.05$) por lo tanto no se puede establecer correlación entre estas variables. En cuanto a la exactitud del Método de FAMACHA se obtuvo una Sensibilidad de 84.21% y una especificidad 45.20%. En cuanto a los valores predictivos se determinó un valor positivo de 11.76% y un valor negativo de 97.05%. En síntesis, el método resultó poco práctico para ser aplicado en bovinos por su baja relación entre las variables.

Palabras claves: correlación de Pearson, hematocrito, carga parasitaria, sensibilidad, especificidad, valor predictivo.

ABSTRACT

Bovines are affected by multiple species of Gastrointestinal Nematodes, among them are those that cause anemia (hematophages) and lower the productive standards of a livestock farm. The objectives evaluated were to determine the relationship between the degree of ocular coloration, with the percentage of hematocrit, to measure the relationship between the degree of coloration of the ocular conjunctiva and parasite load in calves. The present investigation was carried out in 25 farms in Nicaragua in a population of 250 calves aged 3-12 months during the months of June to August 2020. It is a non-experimental descriptive investigation. The methods that were used to measure the variables were the FAMACHA Method, the McMaster Technique, the Micro hematocrit Method for the measurement of hematocrit. The variables analyzed were coloration of the ocular mucosa, hematocrit, and parasite load, accuracy of the FAMACHA method and predictive values of the FAMACHA method. In the descriptive statistical analysis, means, standard deviation and percentages were used. In the correlation analysis between the variables: ocular mucosa coloration, hematocrit and parasite load, Pearson's correlation coefficient was used. The results of the variables accuracy and predictive value were obtained by calculating the sensitivity, specificity, and positive and negative predictive values. The most predominant Color of the Ocular Mucosa was FAMACHA 3 with 39%. 92.02% of the sample universe presented a Hematocrit greater than 24% and 7.98% had a Hematocrit lower than 24%. In the stool analysis, Nematode eggs were found in 52.10% of the sample equivalent to 124 animals, among them 72.58% presented *Trichostrongylus* spp. The correlation of variables between FAMACHA and Hematocrit was a weak negative relationship ($r = -0.24$) with ($P < 0.05$) and in the correlation between FAMACHA and Parasitic Load a correlation coefficient $r = -0.04$ with a ($P > 0.05$) therefore no correlation can be established between these variables. Regarding the accuracy of the FAMACHA method, a sensitivity of 84.21% and a specificity of 45.20% were obtained. Regarding the predictive values, a positive value of 11.76% and a negative value of 97.05% were determined. In short, the method was impractical to be applied in cattle due to its low relationship between the variables.

Keywords: Pearson correlation, hematocrit, parasite load, sensitivity, specificity, predictive value

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2017 la actividad ganadera se destacó como el principal rubro económico de Nicaragua. El sector ganadero superó los 667,800,000 dólares en exportaciones en el año hasta mediados de diciembre del año 2017, lo que supone un aumento del 11.7% en volumen exportado. En productos lácteos se exportó aproximadamente 71,125 toneladas que generaron ingresos de 154 millones de dólares; los productos cárnicos lograron exportar 133,228 toneladas, generando más de 513 millones de dólares. Según las cifras, Nicaragua es el principal abastecedor de leche en Centroamérica y el cuarto más importante de América Latina, solo por debajo de Argentina, Uruguay y Brasil. (EFE, 2017)

“Las infecciones por parasitismo gastrointestinal afectan la salud de los rumiantes y repercuten en la productividad de los sistemas de producción ganaderos y se reflejan en baja conversión alimenticia, pérdida del apetito y retraso en el crecimiento, lo que se traduce en pérdidas económicas” (Márquez, 2007, p.7).

El mismo autor refiere que los productores han usado compuestos químicos para el control de los endoparásitos, estrategia que ha tenido las ventajas de ser económica, eficaz y de fácil aplicación, pero, al mismo tiempo, posee la desventaja de su incapacidad para prevenir o controlar en las poblaciones parasitarias el desarrollo de resistencia a estas sustancias química.

Por otra parte las anemias provocadas por parásitos, ocasionan reducción de la sangre que se caracteriza por una disminución en el hematocrito, masa de eritrocitos y concentración de hemoglobina en un animal normalmente hidratado. Hay tres causas generales de anemia: pérdida de sangre o hemorragia, destrucción o lisis de los glóbulos rojos (hemólisis) y disminución de la producción de glóbulos rojos (hipoplasia eritroide). (Gutierrez, 2019, Parr. 3)

En este contexto, surge la necesidad de establecer nuevas opciones de manejo, para solucionar el problema (de parasitismo en los animales) y de resistencia a los mismos. Es así como a inicios de la década de los noventa se desarrolló el método FAMACHA© (iniciales de su autor Francois FAffa MAlan y CHArt que quiere decir tarjeta) que relaciona los niveles de anemia con el color de la conjuntiva en ovinos. (Choque y Leon, s.f)

Con el objetivo de evaluar bajo condiciones de campo y análisis de laboratorio (hematocrito y coprología) la utilidad del método FAMACHA en la determinación de anemia en terneros es que se planteó la realización de este trabajo de investigación.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el método FAMACHA en la detección de anemia por parásitos gastrointestinales hematófagos en terneros de 3 a 12 meses de edad, Junio – agosto 2020.

2.2 Objetivos específicos

- Correlacionar el grado de coloración de la conjuntiva ocular con el valor de hematocrito de terneros 3 a 12 meses de edad.

- Correlacionar el grado de coloración de la conjuntiva ocular, con la carga parasitaria en terneros 3 a 12 meses de edad.

- Medir la exactitud de FAMACHA en la detección de anemia en terneros causada por parásitos gastrointestinales hematófagos.

- Calcular el valor predictivo de FAMACHA en la detección de anemia en terneros causada por parásitos hematófagos gastrointestinales.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Antecedentes

Arece y López (2013) investigaron un rebaño de 75 ovinos en Cuba, durante un periodo de tres años, realizaron:

Conteo fecal de huevos y medición de hematocrito, monitorearon la condición corporal y la coloración de la mucosa ocular, utilizando la carta de colores FAMACHA. Demostraron que existe una concordancia moderada entre la identificación de los animales anémicos y la coloración de la mucosa ocular mediante la carta FAMACHA. Los indicadores de fiabilidad mostraron valores discretos y se relacionaron con el valor del hematocrito seleccionado como gold standard ($VCA \leq 17\%$). Concluyeron que el método FAMACHA constituye una herramienta útil y práctica para la identificación de reproductoras ovinas anémicas como consecuencia de una elevada infestación por *Haemonchus* spp. (p.1)

Appel, Quiroz y Noguera (2017) compararon:

En Colombia, la aplicación del método FAMACHA en dos sistemas de producción caprina. Aplicaron el método a diez caprinos en un sistema de manejo estabulado y uno semi estabulado y evaluaron carga parasitaria, hematocrito, puntaje FAMACHA y número de desparasitaciones. No encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) respecto al hematocrito, recuento de huevos por gramo de heces, puntaje FAMACHA y número de desparasitaciones durante el periodo de estudio. (p.45)

Morales, Guillen, Pinho, Pino y Barrios (2010) realizaron una investigación:

En una finca del municipio Palmasola, al sudeste del estado Falcón, Venezuela. Realizaron análisis coproparasitológico con la técnica de Mc master, determinaron valores de hematocrito con el método de Microhematocrito y compararon con los resultados de FAMACHA en 164 ovinos. La coloración de la conjuntiva ocular reflejó de manera adecuada el valor del hematocrito, validando positivamente el uso de la carta FAMACHA como una herramienta

útil en el control del parasitismo gastrointestinal en ovinos bajo estas condiciones. (párr.1)

Revista de Investigación Agropecuaria (RIA, 2017) evaluó en San Luis, Argentina la utilidad del método FAMACHA, muestrearon:

Cuarenta y dos animales en un establecimiento de producción de cabritos ubicado en Villa Mercedes (SL). Determinaron la presencia de anemia mediante el color de la mucosa ocular según la escala de la carta de colores FAMACHA, el hematocrito, la condición corporal, el conteo de huevos y las especies de nematodos presentes. Estimaron la correlación existente entre los grados de FAMACHA, Hematocrito y condición corporal. Llegando a la conclusión que el uso de FAMACHA en caprinos constituye una herramienta de gran utilidad para el control de la haemonchosis, ya que permite detectar y desparasitar a los animales del rebaño que se manifiestan como más sensibles a los *Haemonchus* spp. (parr.1)

Aucay (2017) Realizó un estudio:

En una hacienda de Ecuador, trabajó con 70 bovinos, fotografiando la conjuntiva ocular, tomó muestras de sangre y heces, logro diagnosticar anemia correctamente en trece de ellos, lo que corresponde a un porcentaje de aplicabilidad del 18,6%. Al correlacionar FAMACHA, Carga Parasitaria y Biometría Hemática obtuvo valores de correlación negativos lo que se traduce en que estos tres elementos no se ven influenciados entre sí. (pp. 64, 68)

3.2 Anemia

Cuesta, Montejo, Perez y Duvergel (2003) definen etimológicamente a la anemia como:

Falta de sangre, pero para los internistas o clínicos, es un síndrome o estado en el que existe déficit de hemoglobina o del número de hematíes, debido al incremento de las pérdidas, aumento de la destrucción e insuficiente formación de eritrocitos, donde los cambios cualitativos y cuantitativos que afectan a los eritrocitos repercuten en su función y en la disfunción de la médula ósea. (pp. 12-13)

3.2.1 Clasificación de la anemia

Cuesta et al. (2003) clasifican la anemia en cuatro grupos :

- Anemias hemolíticas: se originan por el incremento de la destrucción de los eritrocitos. Por agentes biológicos como: virus, *Clostridium*, *Trypanosoma*, protozoos, *Anaplasma* y por tóxicos.
- Anemias hemorrágicas: se originan por pérdidas de sangre. Se subdividen en AH agudas por pérdidas sanguíneas abundantes y rápidas, AH crónica por pérdidas sanguíneas menores y de forma paulatina.
- Anemias por insuficiencia primaria de la médula ósea: anemias carenciales o nutricionales, anemias aplásicas.
- Anemias secundarias: son todas las anemias que se originan por otra enfermedad o causa primaria, pueden subdividirse de acuerdo con las causas en anemias infecciosa, metabólicas, urémica, neoplásica y otras.(pp. 3-15)

Parásito

Pardo y Buitrago (2005) definen el concepto de parásito como:

Todo organismo vegetal (fitoparásito) o animal (zooparásitos) que aprovecha o explota otro organismo (hospedero) como fuente de alimentación o como ambiente para su vida, requerimiento parcial o total de él. Es todo organismo animal o vegetal que vive a expensas de otro ser vivo al cual causa daños más o menos aparentes. (p.7)

3.4 Parásitos hematófagos gastrointestinales que afectan a los bovinos

3.4.1 *Trichostrongylus*

“Los *Trichostrongylus*, son parásitos muy difundidos, de carácter endémicos que afectan a rumiantes domésticos y silvestres, especialmente jóvenes. También pueden estar afectadas otras especies animales, Como équidos, suinos, lepóridos y aves, e incluso el hombre” (Campillo et al,1999, p.237).

Por su parte Pardo (2007) los describe como agentes causantes de “Agastroentéritis y más comúnmente enteritis parasitaria. Las especies causantes de esta nematodiosis son: *T.*

Columbriformis, *T. Axi* en los vacunos y *T. Vitrinus* en los ovinos, caracterizados por enteritis de tipo catarral y debilidad general” (p.39).

3.4.2 *Ostertagia*

Campillo et al. (1999) aseguran que:

La *Ostertagia* se localiza en el cuajar, tienen color pardo por la sangre a medio digerir, que se encuentra en su intestino. El tamaño de los machos es de 7 a 9 mm, y el de las hembras de 10 a 12 mm. La especie más importante que afecta a los bovinos es *Ostertagia ostertagi* del ganado vacuno, aunque en ocasiones se encuentran en oveja. (p.238)

3.4.3 *Haemonchus*

Pardo (2007) afirma que la haemonchosis que padecen los vacunos, ovinos y caprino es provocada por la invasión única o mixta de las cuatro especies: *Haemonchus contortus*, *H. longistipis*, *H. lumatus* y *H. similis* caracterizada por presentar un curso crónico, con cuadro de anemia, diarrea, enflaquecimiento progresivo a veces, ascitis y estados caquéticos propia de los animales jóvenes en la primera semana de pastoreo. (p.38)

3.5 Epidemiología

3.5.1 Tricostrogilidosis, Haemonchosis y Ostertagiosis

Campillo et al. (1999) menciona:

Que uno de los factores más importante de la epidemiología de las Tricostrogilidosis es la elevación del periparto, que constituye una importante fuente de contaminación de los animales. Consiste en un incremento en la excreción fecal de huevos, descritos principalmente en la primavera, aunque tiene lugar en los alrededores del parto. (p.242)

Campillo et al. (1999) también describe:

Que en el exterior, el desarrollo y la supervivencia de las larvas dependen sobre todo de la temperatura, y la humedad. Las bajas temperaturas retrasan el desarrollo y producen elevada mortalidad que se detienen por debajo de 9°C. Las

temperaturas críticas por debajo de las cuales el desarrollo no tiene lugar se han estimado en 5°C para *Ostertagia* spp y 12°C para *Haemonchus Contortus*. Otro factor limitante es la humedad, las larvas son capaces de desarrollarse en pequeños números si la humedad relativa oscila entre el 70 y 100% pero en general se requiere un mínimo del 96%. (p.243)

3.6 Ciclo biológico de los Parásitos hematófagos

3.6.1 *Trichostrongylus* spp

Junquera, (2017a) explica el ciclo biológico de los *Trichostrongylus* como directo:

Tras abandonar el hospedador a través de las heces, los huevos eclosionan en el entorno y dan lugar a larvas infectivas en unos 5 días si hace calor, pero necesitan más tiempo si hace frío. Estas larvas infectivas pueden sobrevivir hasta 6 meses en los pastos. Tras ser ingeridas por el hospedador final al pastar, las larvas llegan al intestino delgado, se entierran en las criptas de la mucosa y completan su desarrollo a adultos. El periodo de prepatencia es de unas 3 semanas. Las larvas infectivas de *T. Axei* son notablemente resistentes a condiciones ambientales adversas y pueden sobrevivir el invierno. Una vez en el cuajar del hospedador penetran en la mucosa y completan su desarrollo a adultos. (Párr.5)

3.6.2 *Ostertagia* spp

Junquera (2017b) describe el ciclo biológico de las *Ostertagia* spp de la siguiente manera:

Las hembras adultas ponen huevos en el estómago o el intestino del huésped que se eliminan con las heces. Una vez en el medio ambiente, los huevos liberan las larvas L1 que completan el desarrollo a larvas infecciosas L3 en unas pocas semanas, dependiendo de la temperatura y la humedad (...). Los huevos y las larvas infecciosas pueden sobrevivir también en el estiércol o la lechada durante meses. Las larvas infecciosas pueden moverse activamente del estiércol hacia el pasto hasta una distancia de 50 cm o se extienden pasivamente cuando se pisotea el estiércol. Las larvas ingeridas alcanzan el estómago y se entierran en su pared, donde causan la aparición de nódulos característicos. Aproximadamente 2 semanas después dejan los nódulos y completan el desarrollo en adultos en la

luz. Los adultos se adhieren al estómago o a la pared intestinal y producen huevos que se desprenden de las heces. Las larvas tienen la capacidad de mantenerse hipobióticas (latentes) en los nódulos durante varios meses, especialmente en otoño y principios de invierno, para emerger solo durante la próxima primavera, cuando las condiciones ambientales son más favorables. (párr.6)

3.6.3 *Haemonchus contortus*

Junquera, (2017c) explica qué al igual de otros nematodos las *H. contortus* presentan un ciclo biológico directo:

Los huevos se excretan por las heces. El desarrollo del huevo a larva infecciosa dura entre 4 y 6 días. Las jóvenes larvas eclosionan del huevo, se alimentan de bacterias y se desarrollan a larvas L2. Tras la muda de L2 a L3, no se desprende la piel vieja (exuvia) sino que permanece cubriendo a la larva que no puede alimentarse, pero continúa el desarrollo hasta que la ingiere el hospedador final. Las larvas L3 infecciosas son capaces de nadar hacia arriba en la película de agua que cubre las hierbas. El hospedador final ingiere las larvas infecciosas al pastar o beber aguas contaminadas. El periodo de prepatencia dura unos 20 días, pero puede haber síntomas clínicos antes, pues tanto las larvas como los adultos chupan sangre. Los huevos de *Haemonchus* son bastante sensibles a las condiciones medioambientales y apenas si logran hibernar en climas fríos. En regiones áridas las larvas L4 interrumpen su desarrollo dentro de la mucosa del cuajar durante la temporada seca y lo retoman poco antes del inicio de las nuevas lluvias. (párr.5)

3.6.4 *Cooperia* spp

Junquera (2017d) afirma que:

Los gusanos del género *Cooperia* poseen un ciclo vital directo común para los nematodos. Los huevos en los excrementos eclosionan dentro de las 24 horas luego de su expulsión y en el exterior se desarrollan a larvas L3 infecciosas en unos 4 días. Las larvas infecciosas pueden sobrevivir entre 5 y 12 meses en el medio ambiente y puede hibernar. El hospedador final se infecta pastando, el periodo de prepatencia antes de alcanzar la madurez sexual es de 2 a 3 semanas,

pero las larvas L4 inhibidas pueden permanecer en el hospedador final hasta 5 meses antes de completar su desarrollo hasta la madurez sexual. Las larvas L4 y los adultos penetran en la mucosa intestinal, especialmente del duodeno, causando daños generales al tejido y a los vasos sanguíneos. (párr.5, 6)

3.7 Efecto patógeno de los parásitos hematófagos

3.7.1 Patogenia de *Haemonchus contortus*

Pardo (2007) Menciona que los efectos patógenos causados por *H. contortus*:

Ocurren a cargo de los estadios larvales como parte de los parásitos adultos, ya que todos son hematófagos (acción patógena expoliatriz) muy activos. Los animales infectados presentan anemia isocrónica y oligocrónica producidas por las hemorragias gástricas y la gran cantidad de sangre sustraída por estos nemátodos. Como consecuencias de las invasiones intensas, se presentan lesiones de la médula ósea, del sistema nervioso central, de las glándulas endocrinas y de los parénquimas orgánicos. (p.38)

3.7.2 Patogenia de *Trichostrongylus axei*

Pardo (2007) establece que *T. Axei* provoca:

Engrosamiento de la mucosa del abomaso, delimitadas por una superficie finamente verrugosa, y en general una abomasitis. Presenta disminución del peso corporal, hemoconcentración, regularmente aumenta la concentración de pepsina en el líquido del cuajar tres a cuatro semanas más tarde del inicio de la invasión. En el cuadro hematológico los cambios son menos marcados que en el caso de la *Haemonchus* debido a que los *Trichostrongylus* son menos hematófagos. (p.40)

Bowman (2011) describe que durante la realización de la técnica de necropsia se revela:

Un cadáver muy delgado sin lesiones muy evidentes, ni siquiera en el intestino delgado que es el afectado; es fácil pasar por alto la presencia de los parásitos debido a su pequeño tamaño. La diarrea prolongada es suficiente para causar la debilidad y el adelgazamiento característico por *Trichostrongylus*, pero es importante recordar que, si no hay una infestación masiva por *Trichostrongylus*

spp., no suele producirse una enfermedad grave en rumiantes bien nutridos y sin estrés. (p.159)

3.7.3 Patogenia de *Ostertagia Ostertagi*

Bowman (2011) Explica que la presencia del patógeno *O. Ostertagi* produce:

Abomasitis crónica en el ganado bovino joven, una enfermedad marcada por una diarrea acuosa profusa, anemia e hipoproteinemia que se manifiesta clínicamente como edema submaxilar. El animal suele presentar debilidad y emaciación. El apetito permanece intacto, lo que parece paradójico a la vista de los avanzados cambios patológicos que tienen lugar en el abomaso. El aspecto de la mucosa del abomaso (cuero de Marruecos) es patognomónico; toda la mucosa está salpicada de nódulos blancos grisáceos con un tamaño que va desde una cabeza de alfiler hasta un guisante, con un verme sobresaliendo por una pequeña abertura en la punta de cada uno de ellos (p.161)

3.7.4 Patogenia de *Cooperia punctata* y *C. oncophora*

Según Vignau et al. (2005), citado por Macias (2005) las especies de *Cooperia* se “localizan en el intestino delgado, en algunos casos ejemplares pueden hallarse en el abomaso. Son poco patógenas, producen lesiones superficiales en las criptas de Lieberkuhn donde se ubican; se alimentan de secreciones y células descamadas del epitelio” (p.13).

Urquhart, Armour, Duncan, Dunn y Jennigs (s.f) “También consideran a la *Cooperia* como moderadamente patógena aunque en algunos estudios se asocian con inapetencia y escasa ganancia de peso. A partir de un año se desarrolla una fuerte inmunidad frente a la reinfección”(p.29).

3.8 Síntomas generales de parásitos gastrointestinales hematófagos

Según Mateus (1983) los síntomas generales del parasitismo son :

Mal estado físico en general, pelo erizado, áspero, opaco y que cae con facilidad, ojos hundidos, mirada triste y apagada. En algunos casos se puede observar la acumulación de líquidos en la región mandibular (edema). Los animales afectados pueden tener diarrea, el color de la materia fecal puede ser negra y tanto en las extremidades posteriores como en la cola estarán impregnadas de material

fecal. En algunas ocasiones hay constipación y en otras se encuentra moco adherido al material fecal. Al examinar la mucosa de los ojos o la vulva, esta se ve pálida, lo cual indica que hay anemia; también se puede encontrar un color amarillento indicativo de la alteración hepática. El apetito puede estar disminuido o totalmente perdido; el animal toma mucha agua y se nota débil y deprimido. Los síntomas de parasitismo gastrointestinal no son específicos ni atribuibles a un determinado parásito; en ocasiones se presentan asociados a síntomas que indican problemas nutricionales. Sin embargo, no es posible diferenciar estas dos entidades por examen clínico. (p.10)

3.9 Método de FAMACHA

González (2018) Explica qué:

El término FAMACHA es un acrónimo de su autor sudafricano, el Dr. Faffa Malan, y CHArt (quiere decir tarjeta), el método consiste en evaluar clínicamente a los animales de un rebaño para que indirectamente pueda conocerse el efecto de la parasitosis y con base a eso, se tome la decisión de aplicar el tratamiento antihelmíntico. Se ha observado que hay una relación entre la coloración de la mucosa ocular, algunos valores de la composición de la sangre y la presencia de parásitos, particularmente el *H. contortus* (gusano en forma de “palo de barbería” del cuajo), que se alimenta de grandes cantidades de sangre y por lo tanto ocasiona anemia. (párr.5)

3.10 El procedimiento para realizar un frotis sanguíneo

Gallo (2014) citado de: Coffin (1952), Benjamin (1962) y Medway, et al. (1973) menciona:

Dos diferentes métodos para la realización del frotis sanguíneo, los cuales no han sufrido modificaciones hasta la actualidad; pero hay características de cada método que ha provocado, una predilección del Método del Portaobjetos sobre el Método de Cubre objetos. Los portaobjetos y cubreobjetos que se utilicen, deben estar limpios y exentos de grasa, sin rayas ni otras señales. Conservarse sumergidos en alcohol 95%, secando con papel o lienzo exento de hilachas antes de su uso; los portaobjetos y cubreobjetos deben manipularse por los bordes, para

que no se manchen. Método del Portaobjetos: la preparación es más fácil de hacer y es una mejor opción para su realización en campo, pero si no se realiza apropiadamente no da resultados satisfactorios. Portaobjetos de 1x3”, de bordes biselados, esmerilados. Método del Cubreobjetos: permite una mejor distribución de las células en frotis; sin embargo, al ser tan pequeñas y frágiles, son difíciles de manipular y limpiar. (p.42)

3.11 Hematocrito

Cela (2018) definen el hematocrito como:

El volumen que ocupan los hematíes respecto al total de sangre. Puede calcularse multiplicando la $[Hb] \times 3$. La interpretación de sus variaciones es similar a la Hb. Hay que diferenciar el hematocrito manual, obtenido de la centrifugación de una columna de sangre (sobrestima en $\pm 3\%$ el valor real), del obtenido mediante cálculos en el analizador automático. (p. 510)

3.12 Examen coproparasitario

Salvatela y Eirale (1996) indican qué:

El examen coproparasitario es un conjunto de técnicas diagnósticas que constituyen la indicación metodológica para la identificación de la mayoría de las enteroparasitosis motivadas por protozoarios o helmintos. Su eficacia y sensibilidad para establecer un diagnóstico correcto dependen de la adecuada indicación y preparación de la muestra, los datos clínicos y antecedentes de interés que sean aportados al laboratorio y de su correcta y completa ejecución con examen directo microscópico, enriquecimiento y examen macroscópico final. (p. 215)

3.13 Exactitud o validez de las pruebas diagnósticas

Jaramillo y Martínez (2010) expresan que la exactitud de una prueba:

Describe que tan cercano es el resultado de ésta, con el estado verdadero del individuo. Es decir, es el grado con que se refleja el valor real de la variable en cuestión (enfermedad o infección). Una prueba exacta siempre va a ser correcta, esto es, nunca van a existir resultados falsos positivos y negativos. La mayoría

de las pruebas no son 100% exactas en su habilidad para identificar correctamente individuos infectados o no infectados. La exactitud se entiende como la proporción de resultados negativos y positivos que son correctos. (pp. 148-149)

Los mismos autores mencionan que la exactitud tiene dos componentes importantes:

- Sensibilidad (Se).
- Especificidad (Es).

Pardo (2006) define la sensibilidad y especificidad de la siguiente manera:

- **Sensibilidad** “proporción de realmente enfermos que la prueba detecta como tales”
- **Especificidad** “corresponde a la proporción de individuos realmente sanos que la prueba clasifica como tales” (p.106)

3.14 Valores predictivos (VPs)

En relación a los valores predictivos Jaramillo y Martínez (2010) mencionan que:

Para que el médico determine el estado sanitario real de un individuo no sólo requiere conocer la sensibilidad y especificidad de la prueba diagnóstica, sino que también necesita estimar la probabilidad de que el resultado de dicha prueba represente la condición sanitaria verdadera del individuo. El valor predictivo puede definirse como la probabilidad de que el resultado de la prueba refleje el estado verdadero. Estos autores definen los siguientes valores predictivos como:
Valor predictivo positivo (VP+) Es la probabilidad de que un individuo con resultado positivo a la prueba esté enfermo. Valor predictivo negativo (VP-) Es la probabilidad de que un individuo con resultado negativo a la prueba este sano.
(p.154)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación y fechas del estudio

Cajina (2015) menciona que:

Nicaragua se encuentra localizada en el centro del istmo centroamericano con extensión territorial de 130,373.47 km² de los cuales 10,034 km² son lagos, lagunas y ríos. Presenta una división política administrativa de 15 departamentos, 2 regiones autónomas y 153 municipios, agrupados en tres regiones geográficas: Pacífico (predominio de población urbana, riesgo social y ecológico, se concentran las instituciones de bienes y servicios), Central Norte (población con predominio rural, con un desarrollo productivo agrícola y ganadero, limitado desarrollo de la infraestructura vial y de servicios) y Atlántico. (p.2)

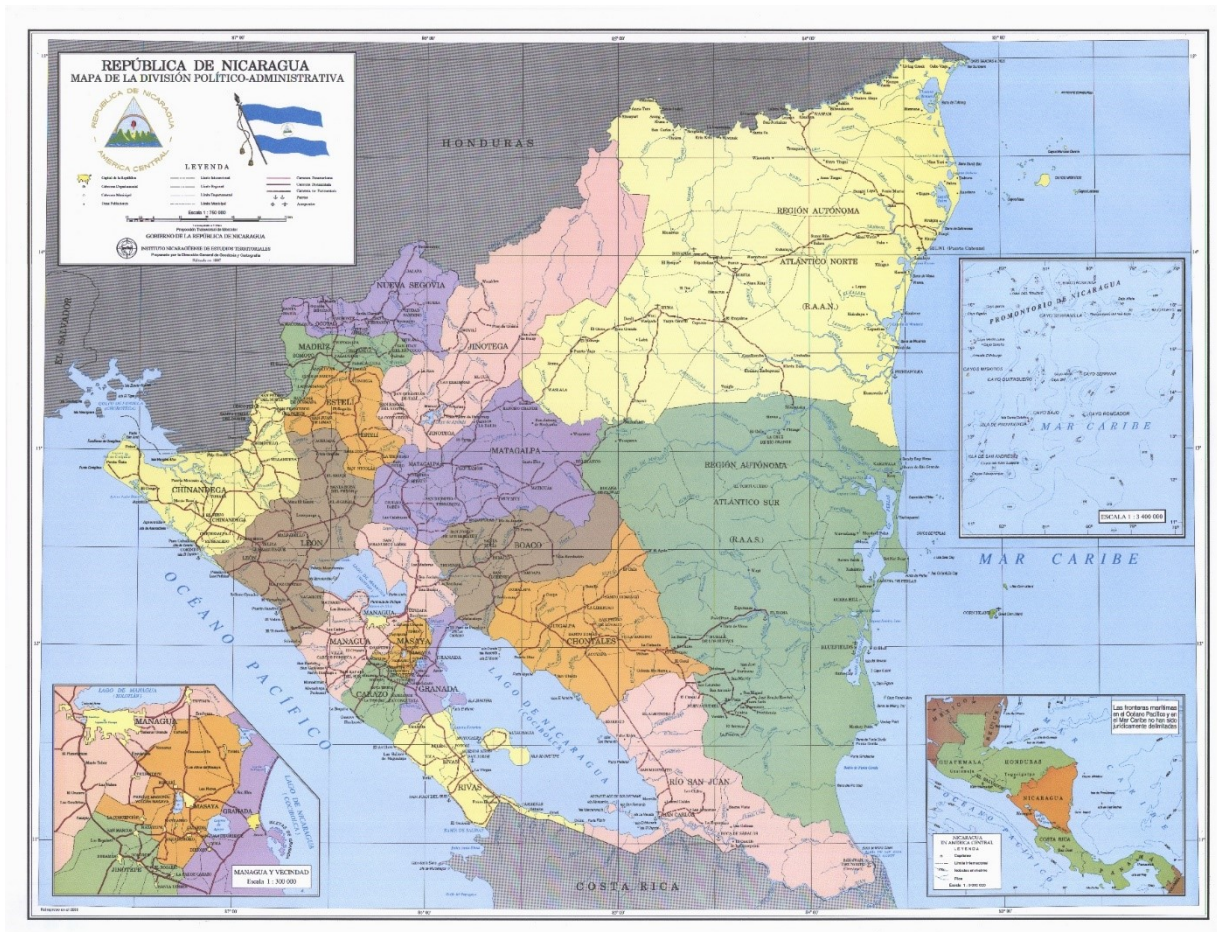


Figura 1. Mapa político de Nicaragua. Fuente (INETER, s.f)

4.1.1 Situación ambiental de la zona

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2012) explica que :

Las precipitaciones en Nicaragua varían de menos de 800 mm en las zonas más secas a 5000 mm y más en la zona más húmeda. Estas precipitaciones sobre Nicaragua pueden registrarse en cualquier mes del año, pero la mayor cantidad cae entre mayo y noviembre. En la Región del Pacífico y en gran parte de la Región Norte y Central, existen dos estaciones bien marcadas: la estación lluviosa que se extiende de mayo a octubre y la estación seca de noviembre a abril. En la Región Atlántica y en los territorios que se encuentran en las pendientes del Este del macizo montañoso central, precipita en el transcurso de todo el año. En la Región del Pacífico la cantidad anual de precipitación oscila entre 1000 mm y 2000 mm. En las Regiones Norte y Central, la precipitación anual oscila de 800 mm en los valles intramontañosos a 2500 mm, en las pendientes orientales de las cordilleras. (párr.4)

4.2 Diseño de la investigación

La presente Investigación es descriptiva no experimental y consistió en correlacionar el método FAMACHA con el grado de anemia determinada por medición de hematocrito en laboratorio y la presencia de huevos de parásitos hematófagos gastrointestinales en muestras fecales. De cada finca se seleccionaron aleatoriamente 10 terneros con edades comprendidas entre los 3 y 12 meses de edad, mediante el método aleatorio simple.

Luego fue medido el grado de anemia utilizando el método FAMACHA y se procedió a la recolección de muestras de sangre y heces, las que fueron identificadas y llevadas al laboratorio Consultorio Anymal.

Para esto se trabajó en dos fases, una en campo y otra en el laboratorio:

4.2.1 Fase de Campo

Aplicación del método FAMACHA

Se sujetó la cabeza del animal, una vez conseguido esto, se tomó las pestañas del párpado superior con los dedos pulgares, extrayendo la mucosa ocular. Posteriormente se ubicó la tarjeta

de FAMACHA perpendicular a la conjuntiva ocular. Se comparó la coloración con la escala gráfica, que muestra las posibles tonalidades relacionadas con la condición anémica del animal.

“Las tonalidades más oscuras definen a los animales más saludables. La categoría tres se cataloga como punto intermedio. Las categorías cuatro y cinco representan animales que se encuentran en un grado de anemia riesgoso o severo” (Choque y Leon, s.f, p. 2).

Extracción de sangre

Antes de proceder a la extracción sanguínea, se sujetó el animal de la cabeza, se aplicó antisepsia con alcohol al 75%, en la zona de punción de la vena yugular, luego con una aguja (18 x 1 ½) y jeringa de 5ml; con un ángulo de 30° aproximadamente, en relación a la vena aspiro suavemente para tratar de evitar la hemolisis. Se obtuvieron de 3 a 4 ml de sangre la vertimos en tubos de ensayos con anticoagulantes EDTA, se procedió a identificar la muestra con información del animal y se almacenaron en un termo con refrigerante para su transporte a laboratorio Consultoryo Anymal, donde se realizaron frotis sanguíneo y hematocrito.

Obtención de la muestra de heces

Todas las muestras de heces fueron obtenidas directamente del recto por estimulación directa del reflejo de la defecación mediante un masaje rectal recomendado por Tejeda (2006) citado por Heriquéz y Laguna (2014), se introdujo la mano con un guante en el recto del animal, realizamos un masaje para que este se relajara y no causara alguna lesión en la mucosa, posteriormente se tomó la muestra directa del recto, aproximadamente 20 gramos, se etiquetó el número de arete en el vaso recolector de muestra. Se transportó en un termo con refrigerante hacia el laboratorio (Consultoryo Anymal).

4.2.2 Fase de laboratorio

Técnica de frotis sanguíneo del cubre objeto

Gallo (2014), explica la técnica de la siguiente manera:

Una vez homogenizada la muestra, se toma sangre con un capilar o un aplicador, se deposita una gota pequeña sobre un extremo del portaobjetos para frotis, el

cual debe descansar en una superficie plana. Posteriormente, se apoya el extremo del portaobjeto extensor sobre la superficie del portaobjetos para frotis, y por delante de la gota de sangre. Luego se hace retroceder el portaobjetos extensor hacia la gota de sangre, sin separarlo de la superficie del portaobjetos para frotis. Una vez el portaobjetos extensor hizo contacto con la sangre, se inclina, de modo que ambos formarán un ángulo de 30-45 grados. En el acto seguido, la sangre corre por capilaridad y se procede a la extensión. Realizando un movimiento rápido, continuo y uniforme, se extiende el portaobjetos extensor hacia delante, cubriendo 2/3 del portaobjetos para frotis. Este se seca rápidamente moviéndolo en el aire; pero nunca se aplica calor ni se debe soplar. La lentitud del secado producirá cambios morfológicos en los eritrocitos (acantocitos). Una extensión delgada es esencial para la buena observación de la morfología celular; aunque esto dependerá del tamaño de la gota de sangre, el ángulo que formen ambos portaobjetos y de la rapidez con que se deslice el portaobjetos extensor. (p.43)

Determinación de valor de hematocrito

Segun Gallo (2014) Existen 2 métodos, el Macrométodo (Método de Wintrobe) y el Micrométodo (Microhematocrito); de los cuales el Microhematocrito es el que se utilizó en la presente investigación, por su facilidad y rapidez.

Se homogenizó la muestra en el tubo de ensayo con movimientos suaves y uniformes, luego se tomó la muestra con el tubo capilar azul, se llenó aproximadamente el 80% del tubo, posteriormente se selló un extremo del tubo con la cera selladora y se procedió a colocar el tubo capilar en las ranuras de la microcentrífuga y se centrifugó entre 1500 r.p.m. durante 4-5 minutos.

Posteriormente se puso el tubo capilar frente al lector de hematocrito de manera que el fondo de la columna de eritrocitos quedara exactamente al mismo nivel de la línea horizontal correspondiente a 0, seguidamente se desplazó el tubo a través de la escala hasta que la línea marcada con el número 100 quedó al nivel del tope de la columna de plasma.

La línea que pase al nivel del tope de la columna de eritrocitos indicó el porcentaje del Hematocrito.

Carga parasitaria

Para determinar la carga parasitaria de las muestras fecales se utilizó el método de Mc Master que se basa en un conteo de Huevos Por Gramo (HPG) de heces

La técnica de Mc Master emplea cámaras de conteo que posibilitan el examen microscópico de un volumen conocido de suspensión de materia fecal, la que permite calcular el número de huevos por gramo de heces (H.P.G). Cuando la cámara se llena con una suspensión de heces en fluido de flotación, la mayoría de los detritos se van al fondo mientras los huevos de parásitos flotan hacia la superficie, en donde son observados fácilmente y contados los que están dentro de la rejilla. (Diagnóstico parasitológico a partir de muestras fecales I, s.f, p.53)

Técnica de Mc master

Se pesaron 3 gr. de materia fecal y se agregó a un frasco que contenía 57 ml de solución NaCl saturada, la cual se mezcló vigorosamente con un mortero y se pasó por un colador a un recipiente limpio.

Luego se introdujo una pipeta en el frasco de vidrio y se agitó vigorosamente el contenido para permitir la distribución homogénea de huevos (evitando su acumulación en la superficie por efecto de la solución salina).

Se extrajo el líquido del nivel medio de la muestra, procurando tomar la cantidad suficiente para completar rápidamente la cámara sin dejar excedente.

Se completaron los 4 retículos de la cámara de Mc Master con la precaución de dejar la mínima cantidad de burbujas de aire.

Se dejó reposar unos minutos y posteriormente se transfirió al microscopio para su lectura, se contaron todos los huevos de nemátodos que aparecieron en los 6 retículos para después multiplicarlos por el factor 10 para expresar el resultado en huevos por gramo (H.P.G.) de materia fecal.

Grado de infestación parasitaria

Según Maya y Quijije (2011) Este es un “método matemático usado para calcular el número de huevos de parásitos gastrointestinales, hepáticos y pulmonares”.

$$\text{Carga parasitaria} = \frac{\text{número de huevos de parásito} \times 10}{\text{Gramo de muestra}}$$

Gramo de muestra

Martínez y Mayorga (2009) establecen tres grados de infestación parasitaria:

- Ligera: Infestación que probablemente no afecta la salud del huésped.
- Moderada: infección que afecta la salud o producción y requiere tratamiento.
- Grave: Infección que produce grandes efectos. (p.37)

4.2.3 Población y muestra

La población para el estudio procedió de 25 fincas de diferentes zonas de Nicaragua, estas se visitaban por petición de los productores para la realización de consultas globales sobre nutrición y sanidad animal, se tomó 10 animales seleccionados aleatoriamente de la población total de terneros en cada finca con edades comprendidas de 3 a 12 meses, se procedió de tal manera porque estos son los más susceptibles a los embates por parásitos gastrointestinales, funcionando como animales centinelas sobre las infestaciones de parásitos, acorde a esto se obtuvo una población total de 250 animales de las cuales 12 fueron excluidos del estudio por presentar hemoparásitos, 11 positivos a *Anaplasma* spp y 1 a *Trypanosoma evansi*.

4.2.4 Criterios de selección

Los animales estudiados en esta investigación fueron terneros entre 3 y 12 meses de edad, sin distinción de sexo y raza, negativos a hemoparásitos, los animales positivos a hemoparásitos fueron excluidos.

4.3 Datos evaluados

4.3.1 Coloración de la conjuntiva ocular

Figuroa (2016) Menciona que el color de la mucosa nos permite evaluar la perfusión capilar y nos indica si existe una alteración de la perfusión global. Cuando encontramos cambios en el color de la mucosa puede indicarnos alteraciones patológicas. (Párr. 3)

Esta variable se determinó comparando la coloración de la conjuntiva ocular de los animales en estudio con las cinco categorías de anemia existente en la tarjeta del método FAMACHA. (Anexo. 1)

- Óptimo
- Aceptable
- Límite
- Peligroso
- Fatal

4.3.2 Hematocrito

“El valor del hematocrito hace referencia a la cantidad de eritrocitos presente en la sangre. Su valor medio suele darse en porcentaje y en caso de los bóvidos oscila entre 25 y 40%” (Cebrián, Pastor, Ramos y Ferrer , 2005, pág. 450) considerándose como anémicos aquellos animales con hematocritos $\leq 24\%$. Esta variable se determinó utilizando el metodo de Microhematocrito.

4.3.3 Carga parasitaria

Martínez y Mayorga, (2010 p.6) aseguran qué: “carga parasitaria es una medida de el número y virulencia del parásito”

Para calcular el grado de infestación parasitaria se utilizaron los valores contenidos en el **cuadro 1**.

Cuadro 1. Guía para realizar el recuento de huevos de parásitos. **Fuente:** Martínez y Mayorga (2009, p.37)

Especies de parásitos	Huevos por gramos de heces.		
	Grado de infección Parasitaria.		
Infección combinada	Ligera	Moderada	Grave
	100-200	200-700	700
<i>Haemonchus</i>	200	200-500	500
<i>Ostertagia</i>	150	150-500	500

4.3.4 Exactitud del metodo FAMACHA en la deteccion de anemia

La medicion de la exactitud con muestras procedentes de animales a los cuales se identificó el estado de salud: enfermos (anémicos) o sanos (no anémicos) . Los resultados se tabularon en una tabla de 2 x 2, de tal manera que la subvariables sensibilidad (Se) y la especificidad (Es) pudieran ser calculadas.

Cuadro 2. Tabla 2x2 para cálculo de sensibilidad y especificidad. **Fuente:** (Padrós, 2005, p.17).

		Enfermedad		Total
		Positivos	Negativos	
Enfermedad	Positivo	Verdaderos positivos VP	Falsos positivos FP	
	Negativo	Falsos negativos FN	Verdaderos negativos VN	
Total				

“Sensibilidad: la proporción de verdaderos positivos que detecta el test respecto al total de enfermos”(Padrós, 2005,p.17).

$$Se = VP / (VP+FN)$$

“Especificidad: la proporción de verdaderos negativos que detecta el test respecto al total de sanos” (Padrós, 2005,p.17).

$$Ep = VN / (VN+FP)$$

La codificacion de los resultados correspondiente en esta investigacion fue la siguiente:

- Verdadero positivo : FAMACHA 3,4,5 + Hematocrito \leq 24%
- Falsos negativos: FAMACHA 1,2 + Hematocrito \leq 24%
- Falsos positivos: FAMACHA 3,4,5 + Hematocrito \geq 25%
- Verdaderos Negativos: FAMACHA 1,2 + Hematocrito \geq 25%

4.3.5 Valores predictivos del método FAMACHA para detección de anemia

Pardo (2006) explica que los valores predictivos “nos dan una imagen de la proporción de individuos detectados como positivos o negativos por la prueba que están realmente enfermos o sanos” (p.110)

De esta variables se medió las siguientes subvariables:

- Valor predictivo de los positivos
- Valor predictivo de los negativos

Valor predictivo de los positivos: “la probabilidad de que un individuo diagnosticado como positivo realmente lo sea o la proporción de verdaderos positivos respecto al total de positivos que detecta el test”. (Padrós, 2005, p.17)

$$VP+ = VP / (VP+FP)$$

Valor predictivo de los negativos: “la probabilidad de que un individuo diagnosticado como negativo realmente lo sea o la proporción de verdaderos negativos respecto al total de negativos que detecta el test”. (Padrós, 2005, p.17)

$$VP- = VN / (VN+FN)$$

4.4 Recolección de datos

La recolección de datos se realizó en fincas de departamentos (Carazo, Rivas, Matagalpa, Managua, Chinandega, León, Madriz) y región autónoma (RASS) del país, en estas explotaciones ganaderas se seleccionaron aleatoriamente diez terneros que estuvieran en el rango de edad delimitado. Se extrajo muestras de heces y de sangre para realizar los análisis correspondientes. Los terneros seleccionados se registraron en una tabla de datos, donde se archivaron para su pronta digitalización. (Anexo. 2)

4.5 Análisis de datos

Los resultados fueron analizados utilizando estadística descriptiva (promedios, desviación estándar y porcentajes), para la correlación entre la tarjeta de FAMACHA, carga parasitarias y hematocrito se utilizó el Coeficiente de Correlación de Pearson, se hizo uso del programa INFOSTAT 2019 para realizar cálculos estadísticos y EXCEL 2016 para los gráficos. El modelo aditivo lineal que explico el comportamiento de las variables fue el siguiente:

Coeficiente de correlación de Pearson

En donde:

S_{jk} : =Es la covarianza entre las variables j y la variable k ,

S_j y S_k = son la varianza de las variables j y k respectivamente.

$$r_{jk} = \frac{S_{jk}}{\sqrt{S_j^2 S_k^2}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k) \right) / (n-1)}{\sqrt{\left(\left(\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \right) / (n-1) \right) \left(\left(\sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_k)^2 \right) / (n-1) \right)}}$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Coloración de la conjuntiva ocular

Al aplicar la metodología FAMACHA para determinar el grado de anemia en los terneros en estudio, se pudo determinar que el 39.08 % de los animales está en la categoría tres de la escala gráfica de la coloración de la conjuntiva del ojo, el 36.55% en la categoría dos, el 14% en la categoría cuatro, el 6.72% en la categoría uno y el 3.36% en la categoría cinco.

Estos resultados son diferentes a los reportados Morales et al. (2010) en su estudio en ovinos, quienes obtuvieron los mayores porcentajes en las categorías uno y dos con 72.56% y 17% respectivamente, de igual manera difieren de los reportado por Zárate, Rojas y Seguras (2017) en su estudio en cabras quienes el mayor porcentaje lo obtuvieron en las categorías cuatro con 50% y la categoría cinco con 19.16%.

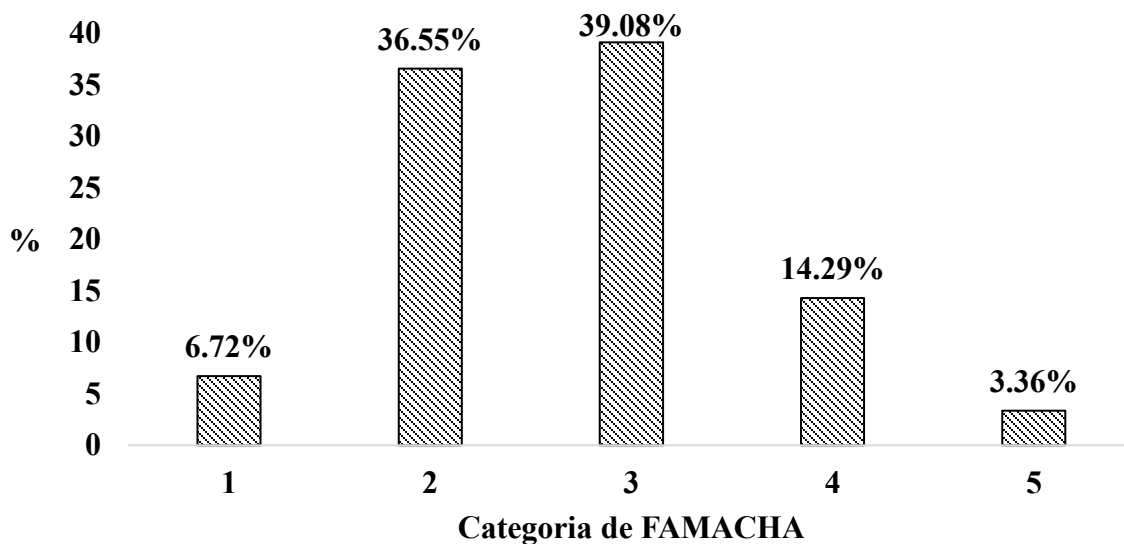


Figura 2. Terneros identificados en cada categoría de FAMACHA

5.2 Hematocrito

De las 250 muestras de sangre analizadas mediante la técnica de frotis, 11 resultaron positivas a *Anaplasma* y uno positiva a *Trypanosoma* las que se descartaron del presente estudio y solo 238 muestras se les realizó medición de hematocrito con la técnica de micrométodo de Wintrobe.

De las 238 muestras, el 92% equivalente a 219 muestras presentaron un hematocrito mayor al 24% resultandos negativos a anemias y el 8% equivalente a 19 muestras resultaron positivo a anemia, presentando un hematocrito $\leq 24\%$.

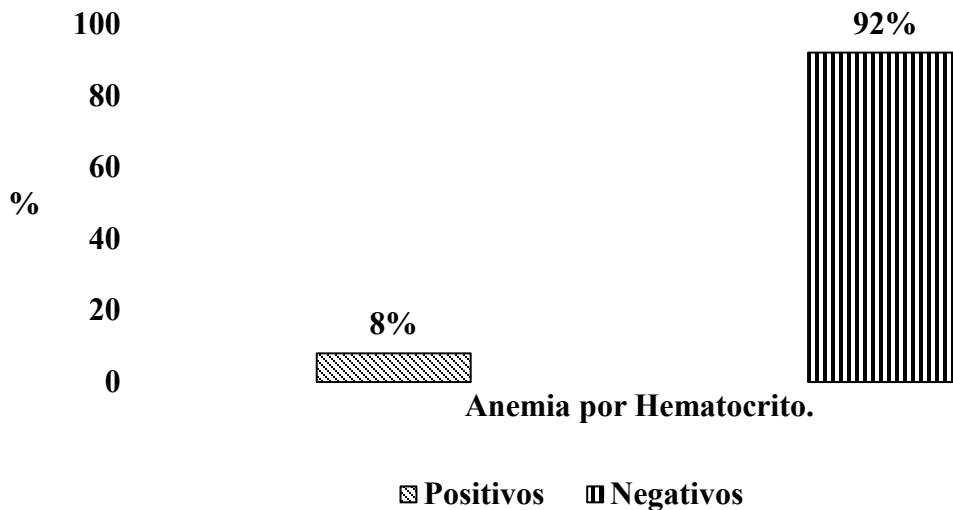


Figura 3. Porcentaje de animales anémicos y no anémicos según el valor de hematocrito

Según los promedios obtenidos en este estudio, en ninguno de los grupos se observó presencia de anemia.

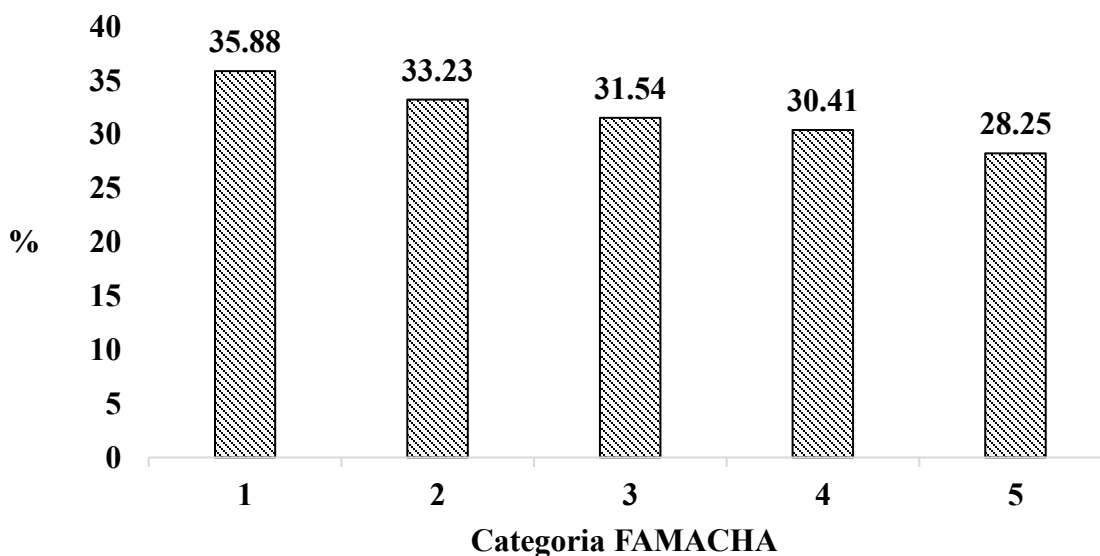


Figura 4: Promedio de hematocrito para cada categoria de FAMACHA

Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Morales, Guillen et al. (2010) en ovinos y a los decritos por Oliveira, Silva, y Barbosa (2011) quienes encontraron que en las categorías de FAMACHA 3, 4, y 5 presentaban hematocritos con promedios menores a 25% los cuales se consideran anémicos.

5.3 Carga parasitaria

La carga parasitaria en promedio para cada categoría FAMACHA fue de 163 HPG para la categoría uno, de 371 HPG para la categoría dos, 274 HPG para el grado tres, 226 HPG para la categoría 4 y 238 HPG para para la categoría cinco.

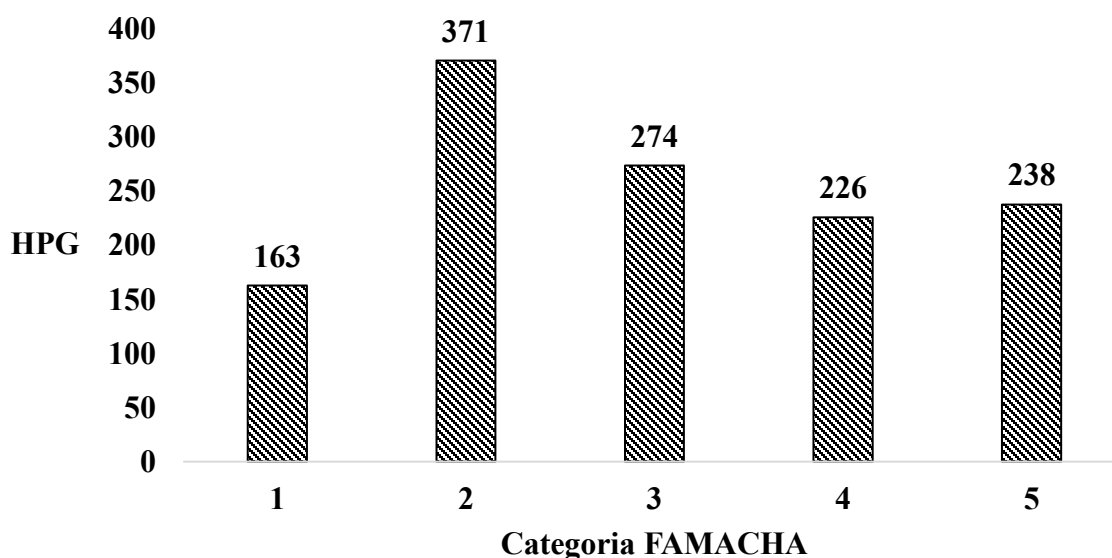


Figura 5. Promedio de HPG para cada grado de FAMACHA

De 238 muestras analizadas se encontraron huevos de parásitos hematófagos en el 52.10%, entre ellas el 0.81% corresponde a *Cooperia* spp, el 24.19% a *Haemonchus* spp, el 2.42% a *Ostertagia* spp y el 72.58% a *Trichostrongylus* spp. Esto discrepa con el estudio realizado en pequeños rumiantes por Beltrão et al. (2004), quienes encontraron que el 60% de de predominancia de *Haemonchus* spp, 30% de *Cooperia* spp y 10% de *Trichostrongylus* spp.

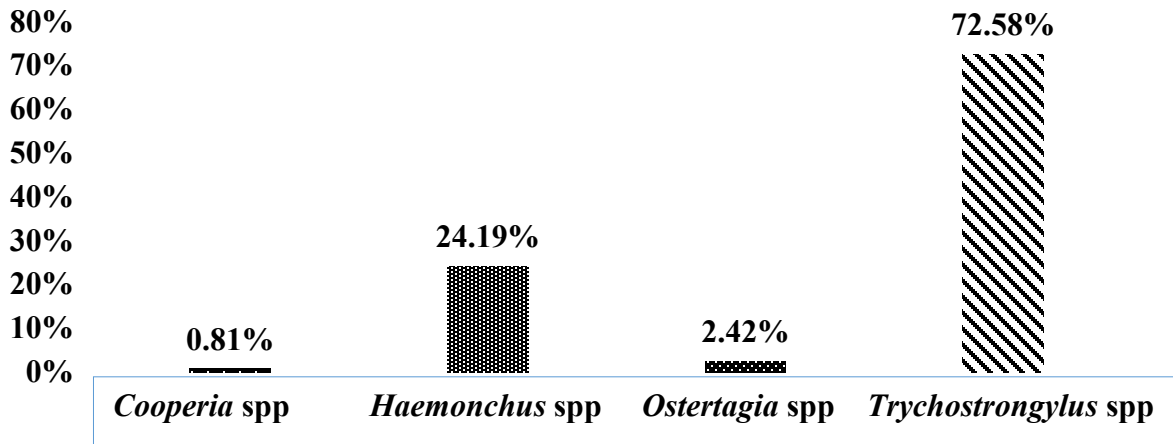


Figura 6: Especies de parásitos encontrados

El porcentaje de *Trychostrongylus spp* (72.58 %) encontrados en esta investigación son diferentes con lo reportado por Cepeda (2017) quien encontró un predominio de este género con una prevalencia de 47.4%, en un estudio realizado en ovinos. Por su parte Liviano (2017), determinó en el Departamento de Tolima, México, una prevalencia de *Trychostrongylus* en ovinos de el 90% en la Región Central, 86.9% en la Región Norte y 96.68% en la Región Sur.

En el caso del género *Trychostrongylus* en esta investigación se encontraron cargas parasitarias desde 138 a 1588 HPG. Para el género *Haemonchus* las cargas parasitarias encontradas fueron de 131 a 1090 HPG.

Aucay (2017) determinó cargas parasitarias con fluctuaciones entre 500 – 3,000 HPG para nematodos gastrointestinales en bovinos de Ecuador.

5.4 Relación FAMACHA - Hematocrito

El gráfico muestra los valores promedio de hematocrito de los terneros en estudio, determinados por laboratorio y su relación con los porcentajes de hematocrito y grados FAMACHA

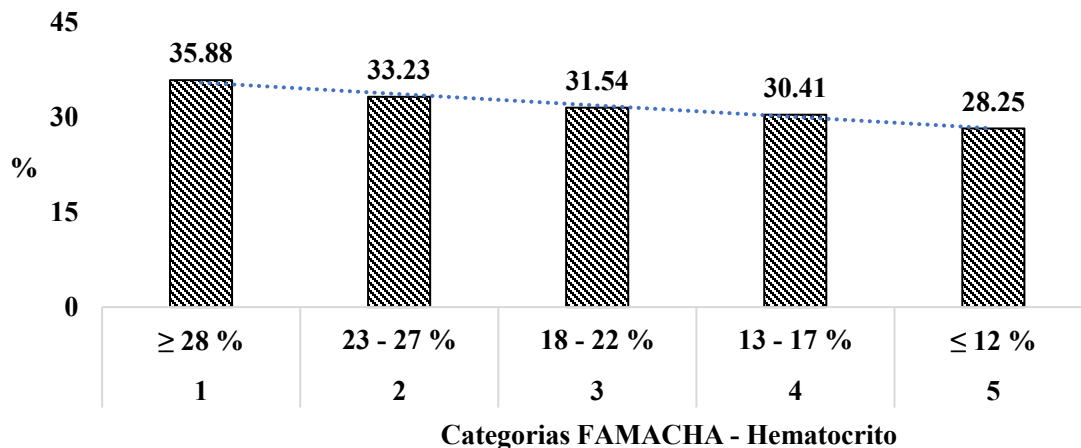


Figura.7 Comparación de promedios de Hematocrito obtenido para cada categoría de FAMACHA y valores de hematocrito esperados según FAMACHA

Obsérvese que los resultados determinados por el laboratorio no coinciden con los valores descrito por Bath et al. (2001) citado por Elizondo (2009), pues, estos son mayores en cuanto a porcentaje de hematocrito en todas las categorías, además se observa que, aunque existe tendencia a la disminución a medida que aumenta la categoría de FAMACHA, ninguno de los porcentajes promedios encontrados en este estudio fue menor y no se encontraban en anemia.

El hematocrito promedio para los terneros infectados con la especie de parásitos *Trichostrongylus* spp fue de 32.12% y para los terneros infectados con las especies *Haemonchus* spp el hematocrito fue de 29.9%

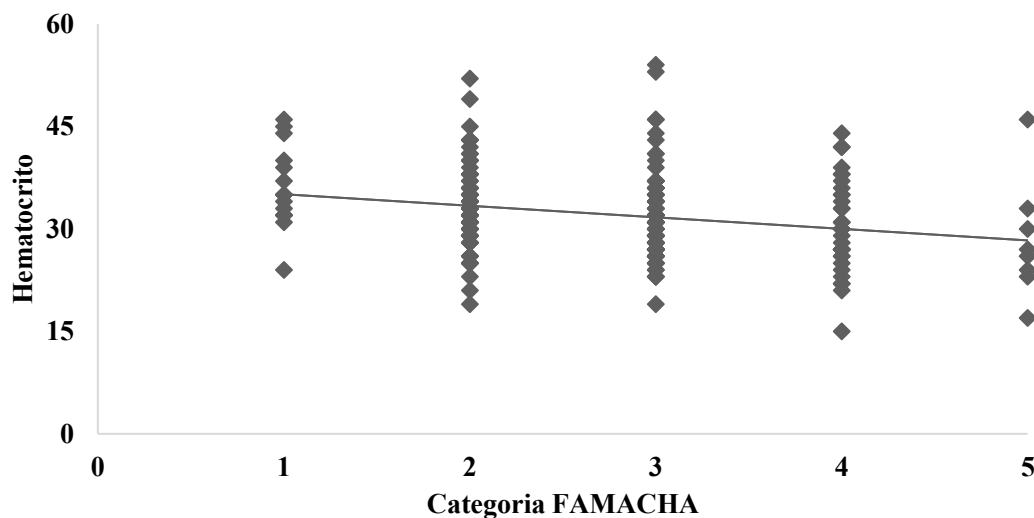


Figura 8. Correlación general entre FAMACHA - Hematocrito

Al realizar el análisis general de Correlación de Pearson para FAMACHA – Hematocrito, demostró un nivel de significancia de < 0.0001 observándose una correlación negativa débil $r = -0.24$, asemejándose al encontrado por Aucay (2017) en bovinos, quien determinó un coeficiente de correlación de Pearson FAMACHA – Hematocrito $r = -0.135$, en animales afectados con parásitos gastrointestinales.

Sin embargo estos resultados discrepan de los obtenidos por Arece y López (2013), quienes encontraron un coeficiente de Pearson FAMACHA - Hematocrito $r = -0.413$, con un nivel de significancia de < 0.001 en ovejas de la raza Pelibuey e igualmente son diferentes a los reportados por Suárez, et al. (2014) quienes obtuvieron un coeficiente de correlación de Pearson $r = -0,58$ en cabras parasitadas por nematodos gastrointestinales de la genero *Trichostrongylus* spp y *Haemonchus* spp.

En cuanto a los datos provenientes de muestras de animales parasitados por el género de *Haemonchus* spp, no se encontró significancia ($P > 0,05$) siendo este de 0.1646 con un coeficiente de Correlación de Pearson $r = -0.26$ para FAMACHA - Hematocrito, siendo esto diferentes a los reportados por Henríquez, Coronado, Bravo, Suárez, y Mosquera (s.f) quienes determinaron un coeficiente de correlación FAMACHA - Hematocrito en cabras de $r = -0.465$ con un nivel de significancia de ($P < 0,001$).

En cuanto a la correlación FAMACHA - Hematocrito para animales parasitados con el género de parásitos *Trichostrongylus* spp, se observó que presenta un nivel de significancia de 0.0022 con una correlación negativa media de $r = -0.32$.

5.5 Relación FAMACHA - Carga parasitaria (HPG)

Al realizar el análisis general de correlación de Pearson FAMACHA – HPG, no demostró significancia ($P > 0,05$) siendo este de 0.4953, observándose un coeficiente de correlación de $r = -0.04$, siendo diferentes al resultado de Moyón (2019), que reporta un nivel de correlación positiva ($r = 0.70$).

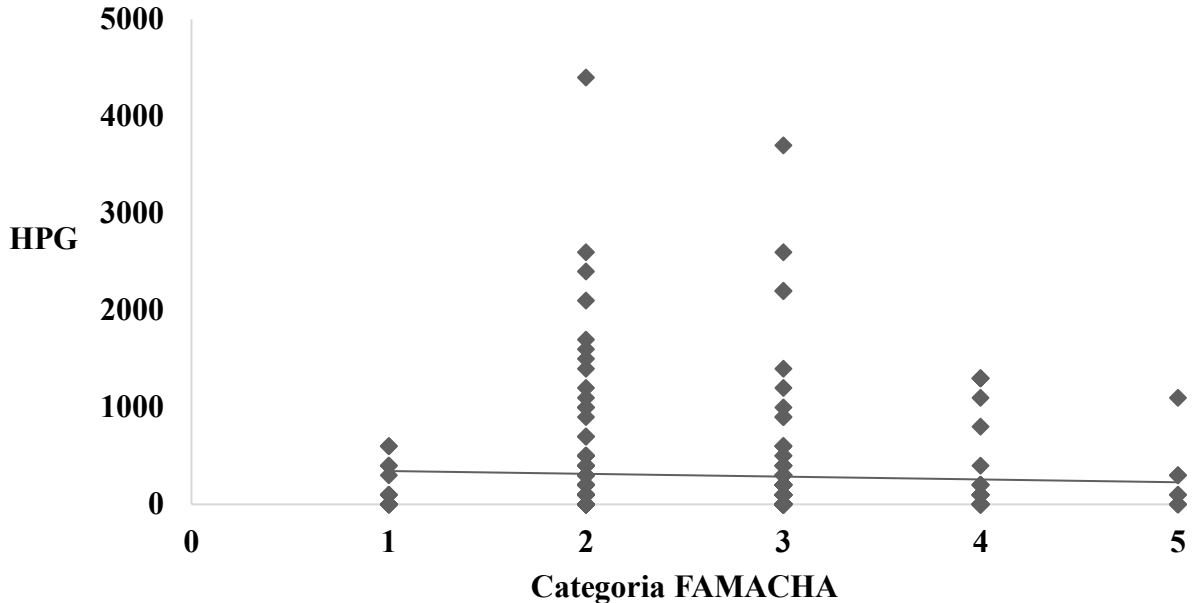


Figura 9. Correlación general entre FAMACHA - HPG

En las muestras de animales parasitados con *Haemonchus* spp, no se encontró nivel significativo ($P > 0,05$) siendo este de 0.4761 con un coeficiente de Correlación de Pearson $r = -0.14$, estos datos no coinciden con los obtenidos por Henrriquez, Coronado, Bravo, Suárez y Mosquera (s.f), quienes identificaron un coeficiente $r = 0.160$ en un estudio realizado en cabras.

En cuanto al género *Trichostrongylus* spp, se obtuvo un nivel no significativo de 0.5983 con un coeficiente de correlación de Pearson $r = -0.06$.

5.6 Exactitud del método de FAMACHA en la detección de anemia

Según Ochoa y Orejas (1999) la sensibilidad es: “la proporción de verdaderos positivos respecto al total de enfermos”, por lo tanto, se identificó un 84.21% equivalente a 16 terneros verdaderamente positivos a anemia, es importante mencionar que solamente el 50% de estos animales presentaron huevos de nematodos durante el examen coprológico.

En tanto: “la especificidad es la proporción de verdaderos negativos que fueron correctamente identificados” (Bravo y Cruz, 2015), la especificidad en el presente estudio fue de 45.20%. Estos resultados no concuerdan con los de Acero - Camelo, Valencia, Rodríguez y Randel (2009) que reportan 100% de sensibilidad y 73.5% de especificidad para anemia en caprinos.

En un estudio realizado en ovinos por Rossanigo y Page (2017) en San Luis, Argentina: se encontró un porcentaje de sensibilidad del 100% para los grados 3,4 y 5 de FAMACHA y 88% para los grados 4 y 5, por otro lado, la especificidad en ese estudio fue de 17% para los grados 3,4 y 5 de FAMACHA y de 93% para los grados 4 y 5. La sensibilidad en este estudio es semejante a los resultados obtenidos en la presente investigación (84.21%), mientras tanto, la especificidad no coincide, ya que en el presente estudio fue de 45.20%.

Cuadro 3. Datos utilizados en cálculo de sensibilidad , especificidad y valores predictivos

	Verdaderos positivos VP	Falsos positivos FP	Total
Positivo	16	120	136
	Falsos negativos FN	Verdaderos negativos VN	
Negativo	3	99	102
Total	19	219	

5.7 Valores predictivos del Método FAMACHA para detección de anemia

En el presente estudio, el Valor predictivo para los positivos (VPP) es de 11.76%, esta es la probabilidad de que la prueba sea realmente positiva.

El Valor predictivo para los negativos (VPN) es de 97.05 %, siendo esta la probabilidad de que la prueba sea realmente negativa.

Estos resultados se asemeja con los resultados del trabajo realizado por Acero-Camelo, Valencia, Rodríguez y Randel (2009) quienes obtuvieron valores predictivo negativo del 100%, mientras que discrepan con el valor predictivo positivo de pues ellos reportan 62.5%.

La investigación realizada por Zárate, Rojas y Seguras (2017) en un rebaño de caprinos lecheros proporcionó los siguientes datos: para el grado 3,4 y 5 de FAMACHA dio un VPP de 25.7%, esto difiere de los datos reflejados en el presente estudio. Por otro lado, el VPN de la presente investigación se asemeja con el obtenido por ellos que fue de 100%.

VI. CONCLUSIONES

Al aplicar la metodología FAMACHA para determinar el grado de anemia en los terneros de estudio, se pudo observar que el 39.08 % de los animales está en la categoría tres, 36.55% en la categoría dos, el 14% en la categoría cuatro, el 6.72% en la categoría uno y el 3.36% en la categoría cinco.

Al aplicar el examen de hematocrito en laboratorios se observó que el 92% muestras presentaron un hematocrito mayor al 24% resultandos negativos a anemias y solo el 8% resultaron positivo a anemia.

La carga parasitaria en promedio para cada categoría FAMACHA fue de 163 HPG para la categoría uno, de 371 HPG para la categoría dos, 274 HPG para el grado tres, 226 HPG para la categoría 4 y 238 HPG para para la categoría cinco, de estos, el 52.10% son parásitos hematófagos en el entre ellos *Cooperia* spp, *Haemonchus* spp, *Ostertagia* spp y *Trichostrongylus* spp.

En la relación FAMACHA – Hematocrito los resultados determinados por el laboratorio son mayores en cuanto a porcentaje de hematocrito en todos los grados FAMACHA y no se encontraban en anemia y la correlación de Pearson demostró un nivel de significancia de < 0.0001

En la relación FAMACHA y carga parasitaria (HPG) por correlación de Pearson no demostró significancia ($P>0,05$).

La exactitud del método de FAMACHA fue de 45.62%, el Valor predictivo para los positivos (VPP) es de 11.94% y El Valor predictivo para los negativos (VPN) es de 95.19%

VII. RECOMENDACIONES

Ante la baja efectividad del método de FAMACHA en la detección de anemias provocadas por parásitos gastrointestinales hematófagos en ternero, se recomienda el uso de exámenes coprológicos, utilizando la Técnica de Flotación para identificación del parásito y la Técnica de Mc Master para determinar la cantidad de huevos por gramo.

Asignar potreros como zonas de desparasitación para evitar posibles reinfestaciones parasitarias.

Realizar investigaciones en pequeños rumiantes que permitan validar o refutar el método FAMACHA en nuestras condiciones.

Debido a los cambios que podrían presentar algunos parásitos por adaptación de estos en función de resistencia y medio ambiente, deben realizarse test de resistencia antihelmíntica para determinar a qué antiparasitario muestran mayor sensibilidad.

VIII. LITERATURA CITADA

- Acero-Camelo, A., Valencia, E., Rodríguez, A., y Randel, P. (2009). *FAMACHA® como herramienta para detectar anemia en cabras de carne en Puerto Rico*. Recuperado de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/2754-Article%20Text-2826-1-10-20160818%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/2754-Article%20Text-2826-1-10-20160818%20(4).pdf)
- Almaguer, G. (julio de 2017). Recuperado de Jefe del Servicio de Hematología: https://www.google.com/search?ei=qmUnXr22CezK5gLix4TwaQ&q=anemias+y+su+clasificación&oq=anemias+y+su+clasificación&gs_
- Appel, V., Quiroz, L., y Noguera, D. (2017). Aplicación del método Famacha® en dos tipos de en dos tipos de en Popayán (Cauca, Colombia). *Rev. Med. Vet.* doi:doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4388>
- Arece, y López. (4 de Octubre de 2013). *Validación del método FAMACHA® en la detección de anemia en ovejas Pelibuey en Cuba*. Recuperado de Scielo: <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v36n4/pyf08413.pdf>
- Aucay, D. (15 de Diciembre de 2017). *Aplicación de la técnica famacha para el diagnóstico parasitológico de los bovinos de la hacienda "Mahanaim" del cantón Sucúa*. Recuperado de Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7753>
- Beltrão, M., Tasca, C., Gallo, A., Ferreira, M., Bononi, R., y Stecca, E. (Agosto de 2004). *Método de Famacha como parámetro clínico individual de la infección por Haemonchus contortus en pequeños rumiantes*. Recuperado de Scielo: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782004000400027&script=sci_arttext
- Bernal, A. O. (2007). *Universidad autónoma de México facultad de medicina veterinaria y zootecnia*. Recuperado de http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4JcIHsS0_eEJ:www.ammveb.net/clinica/anaplasmosis.pdf
- Bowman. (2011). *Georgis Parasitología para veterinarios* (Novena ed.). (D. S. Edición, Trad.) Barcelona, España: Elsevier España, S.L.
- Bravo, S., y Cruz, J. (2015). *Estudios de exactitud diagnóstica: Herramientas para su su interpretación*. Recuperado de Revista Chilena de Radiología : <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchradiol/v21n4/art07.pdf>
- Cajina, C. (2015). *Nicaragua perfil del país*. Recuperado de https://www.paho.org/nic/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=datos-y-estadisticas&alias=71
- Campillo, M., Rojo, F., Martínez, A., Sánchez, M., Hernández, S., Navarret, I., . . . Carbalho, M. (1999). *Parasitología veterinaria*. Madrid: McGRAW-HÍLL Interamericana.

- Cebrián, L., Pastor, J., Ramos, J., y Ferrer, L. (2005). *La exploración clínica del ganado vacuno*. Zaragoza, España : Servet.
- Cela, H. y. (2 de febrero de 2018). *Hematología práctica: interpretación del hemograma y de las pruebas de coagulación*. . Recuperado de https://www.aepap.org/sites/default/files/507-526_hematologia_practica.pdf.
- Cepeda, E. (23 de mayo de 2017). *REPOSITORIO UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA*. Recuperado de ESTUDIO PARASITOLÓGICO DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN OVINOS DEL MUNICIPIO DE UBATÉ, CUNDINAMARCA: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2312/1/TGT-947.pdf>
- Choque, y Leon. (s.f). *Metodo famacha*. Recuperado de Instituto Dominicano de Investigaciones: https://aecid.org.do/images/Publicaciones_y_Documentos/Desarrollo_Agropecuario/2.Metodo_famacha.pdf
- Cuellar, J. (s.f). *Desparasitación selectiva por medio del sistema FAMACHA*. . Recuperado de FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTO OVINOS.: <https://www.uno.org.mx/sistema/pdf/sanidad/desparasitacionselectiva.pdf>
- Cuesta, M., Montejó, F., Pérez, F., y Duvergé, J. (2003). *Medicina interna veterinaria* (Vol. I). Santa Clara, Cuba: “Samuel Feijóo”. Universidad Central” Marta Abreu” de Las Villas.
- Díaz, S. S. (2000). *ENFERMEDADES EXÓTICAS DE LOS ANIMALES*. Estados Unidos: <file:///C:/Users/pc/Documents/Libros%20infecciosas/Exoticas.pdf>.
- EFE. (13 de 12 de 2017). *El Nuevo Diario*. Recuperado de Sector Ganadero en Nicaragua Supera los 700 millones en Exportaciones: <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/449525-sector-ganadero-nicaragua-superara-700-millones-do/>
- Eirale, y Salvatella. (s.f.). *Examen Coproparasitario, Metodología y empleo revisión técnica metodológica*. Recuperado de <https://www.rmu.org.uy/revista/1996v3/art6.pdf>
- Figuroa, C. (29 de junio de 2016). *semiología de las mucosas*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/carlosfiguroa129/semiologia-de-las-mucosas>
- Gallo, C. (2014). *Manual de diagnósticos con énfasis en laboratorio clínico veterinaria* (Primera ed.). Managua, Nicaragua .
- González, K. (22 de mayo de 2018). *zootecnia y veterinaria es mi pasión*. Recuperado de <https://zoovetesmpasion.com>
- Gutierrez, L. (6 de Noviembre de 2019). *LAS CAUSAS DE LA ANEMIA EN RUMIANTES SON MUY VARIADAS*. Recuperado de MONTANA:

<https://www.corpmontana.com/noticias/ganaderia/las-causas-de-la-anemia-en-rumiantes-son-muy-variadas/>

- Henriquez, y Laguna. (2014). *Diagnostico de ooquiste de coccidiosis y otras parasitosis (Tesis de grado)*. Managua : Universidad Nacional Agraria .
- Henriquez, H., Coronado, A., Bravo, M., Suárez, C., y Mosquera, O. (s.f). *Evaluación del sistema FAMACHA© como herramienta de diagnóstico para el control estratégico de Haemonchus spp. en caprinos del estado Lara, Venezuela*. Recuperado de Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado de Lara:
<https://revistacmv1.jimdofree.com/suscripci%C3%B3n/volumen-10/famacha/>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Ciudad de México , México : McGRAW-HILL.
- INETER. (s.f). *Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales*. Recuperado de Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales* . (2012). Recuperado de <https://servmet.ineter.gob.ni//Meteorologia/climadenicaragua.php>
- Jacobo, M. y. (2004). *Sitio Argentino de Producción Animal* . Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/Bovinos_garrapatas_tristeza
- Jaramillo, C., y Martínez, J. (2010). *Epidemiología Veterinaria*. México: El Manual Moderno S.A.
- Junquera, P. (12 de Diciembre de 2017a). *TRICHOSTRONGYLUS spp en el GANADO bovino, ovino, porcino y aviar, y en CABALLOS: biología, prevención y control*. Recuperado de Parasitipedia:
https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=166&Itemid=246
- Junquera, P. (14 de Diciembre de 2017b). *OSTERTAGIA y TELADORSAGIA spp, gusanos parásitos del estómago pardo de GANADO, OVEJA y CABRA. Biología, prevención y control. Ostertagiasis*. Recuperado de PARASITIPEDIA.net:
https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=2636&Itemid=
- Junquera, P. (12 de Diciembre de 2017c). *HAEMONCHUS spp, gusanos nematodos parásitos del estómago en el GANADO BOVINO, OVINO Y CAPRINO: biología, prevención y control. Haemonchus contortus, Haemonchus placei*. Recuperado de PARASITIPEDIA.net:
https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=157&Itemid=237

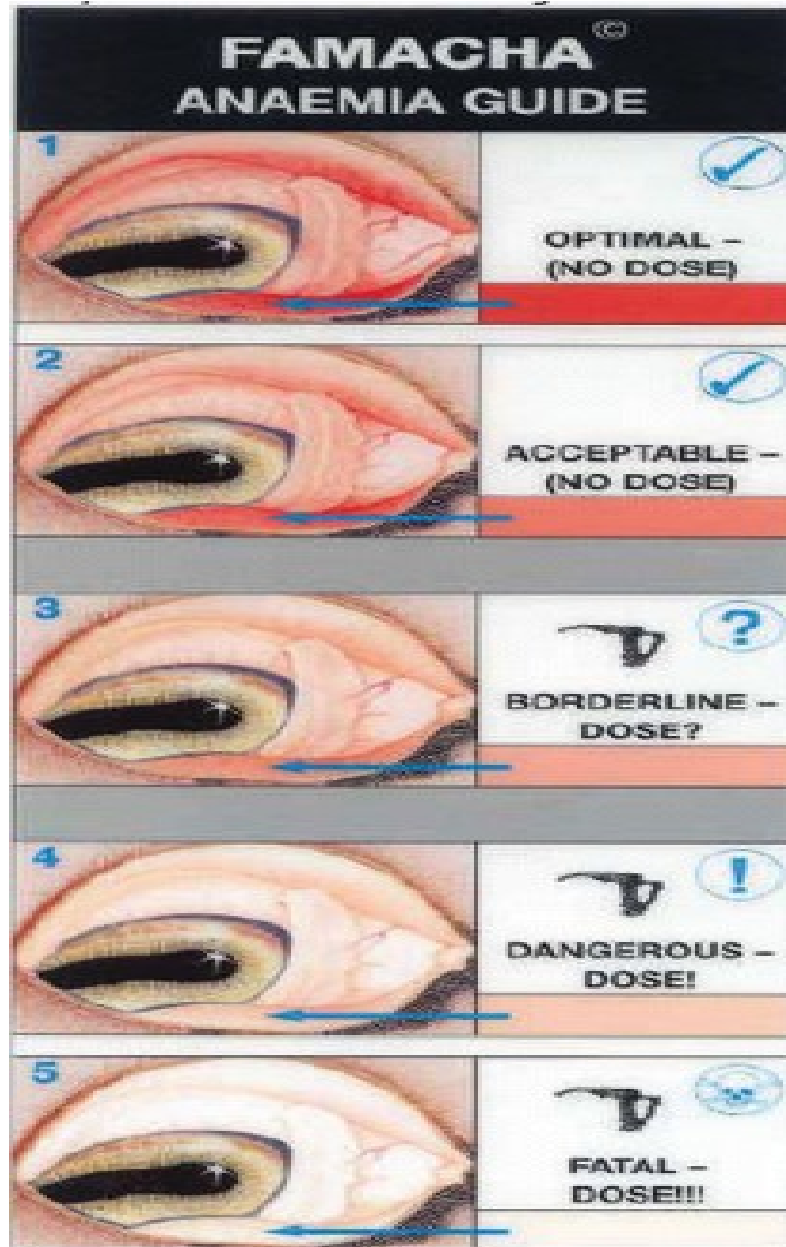
- Junquera, P. (12 de Diciembre de 2017d). *COOPERIA spp, gusanos nematodos parásitos del intestino delgado en el GANADO BOVINO, OVINO y CAPRINO: biología, prevención y control*. Recuperado de PARASITIPEDIA.net:
https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=153&Itemid=233
- La Revista de Investigaciones Agropecuarias. (20 de Diciembre de 2017). *Evaluación de FAMACHA© en el control de nematodes gastrointestinales en cabras de San Luis (Argentina)*. Recuperado de <http://ria.inta.gob.ar/trabajos/evaluacion-de-famachac-en-el-control-de-nematodes-gastrointestinales-en-cabras-de-san-luis>
- Liviano, H. (27 de Noviembre de 2017). *Repositorio Universida de Tolima*. Recuperado de PREVALENCIA DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN OVINOS EN EL DEPARTAMENTO DE TOLIMA:
<http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/2156/1/APROBADO%20HERN%C3%81N%20DAR%C3%8DO%20LAVIANO%20MEDINA.pdf>
- Macias, C. (2005). *Hallasgos de cooperia spp, en materia fecal en un hato comercial de ovinos del estado de hidalgo*. Recuperado de
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6882/HallazgodeCooperiaspp.Enmateriafecalenunhatocomercialovinodelestadodehidalgo.pdf?sequence=1>
- Márquez, D. (2007). *Resistencia ante los antihelminticos en Nematodos Rumiantes y Estrategia para su control*. Recuperado de Agrosavia:
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/15457/43446_54911.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, M., y Mayorga, L. (2009). *estudio de carga parasitaria de namátodos gastrointestinales en bovinos en los departamentyos de León y Chinandega en el periodo de abril a septiembre 2009*. (Tesis de grado). Universidad Nacional autonoma de Nicaragua ,León. Recuperado de
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/856/1/217759.pdf>
- Mateus. (1983). *Parásitos Internos de los Bovinos Cartago*. Recuperado de
https://books.google.com.ni/books?id=vW0OAQAAIAAJ&pg=PA10&lpg=PA10&dq=sintomas+generales+de+parasitismo+en+bovinos+mateus+1983&source=bl&ots=xNheWo3qVQ&sig=ACfU3U0sNqA1cEshMR0Sa7yE_7DiRRNHvA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiPgviVgb3sAhXkqFkKHW8UCSgQ6AEwBHoECAyQ
- Maya, A., y Quijije, J. (2011). *Determinacion de la carga parasitarias en tres especies Zootecnicas (Bos taurus, Ovis aries y Equus caballus) y su relacion con las condiciones climaticas.(Tesis de pregrado)*. Escuela Politecnica del ejercito deparatamento de ciencias para vida,Sangolqui Ecuador. Recuperado de
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4681/1/T-ESPE-IASA%20I-004571.pdf>

- Morales, G., Guillen, A., Pinho, A., Pino, L., y Barrios, F. (Diciembre de 2010). *Clasificación por el método Famacha y su relación con el valor de hematocrito y recuento de h.p.g. de ovinos criados en condiciones de pastoreo*. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000400011
- Moyón, S. (2019). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS*. Recuperado de “EVALUACIÓN COMPARATIVA DE DOS MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO PARASITARIO DE CAMPO (FAMACHA) Y DE LABORATORIO (MC MASTER), EN OVINOS DE LA COMUNIDAD EL SOCORRO, RIOBAMBA: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/13378/1/17T01603.pdf>
- Ochoa, C., y Orejas, G. (1999). *Epidemiología y metodología científica aplicada a la pediatría (IV)*: Recuperado de Pruebas diagnósticas: <https://www.aeped.es/sites/default/files/anales/50-3-19.pdf>
- Oliveira, M., Silva, M., y Barbosa, F. (2011). *PUBVET*. Recuperado de Avaliação comparativa do método Famacha®, volume globular e OPG: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/avaliaccedilatildeo-comparativa-do-m.pdf>
- Padrós, F. (2005). *Manual de técnicas básicas de diagnóstico patológico en peces*. Barcelona : Universidad autónoma de Barcelona .
- Pardo, E. (2006). *Compendio de epidemiología*. Managua, Nicaragua : Universidad Nacional Agraria .
- Pardo, E. (2007). *Parasitología Veterinaria II*. Managua Nicaragua.: Universidad Nacional Agraria.
- Pardo, E., y Buitrago, M. (2005). *Parasitología veterinaria I*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Rossanigo, C., y Page, W. (2017). *Evaluación del Método de FAMACHA en el Control de Nematodos gastrointestinales en Cabras de San Luis, Argentina*. Recuperado de Revista de Investigaciones Agropecuarias: <https://www.redalyc.org/pdf/864/86454121010.pdf>
- Suárez, V., Frondaz, M., Viñabal, A., Martínez, G., Satalin, A., y J, A. (Mayo de 2014). *valuación del sistema de control de nematodos gastrointestinales FAMACHA© en caprinos en el Noroeste*. Recuperado de Sitio Argentino de Produccion Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_caprinos/61-nematodos-gastrointestinales-famacha.pdf
- Urquhart, Armour, J., Duncan, j., Dunn, M., y Jennigs, F. (s.f). *Parasitología Veterinaria*. zaragoza, España: Acribia S.A.

Zárate, D., Rojas, J., y Seguras, A. (enero de 2017). *SCIELO, PERÚ*. Recuperado de Validación del método FAMACHA© para dosificación antihelmíntica selectiva en rebaños caprinos lecheros: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172017000100016&script=sci_arttext&tlng=en

IX. ANEXOS

Anexo 1. Tarjeta gráfica de FAMACHA (Cuellar, s.f)



Anexo 2. Formato de recolección de datos

NOMBRE DEL PROPIETARIO: _____

NOMBRE DE LA FINCA: _____

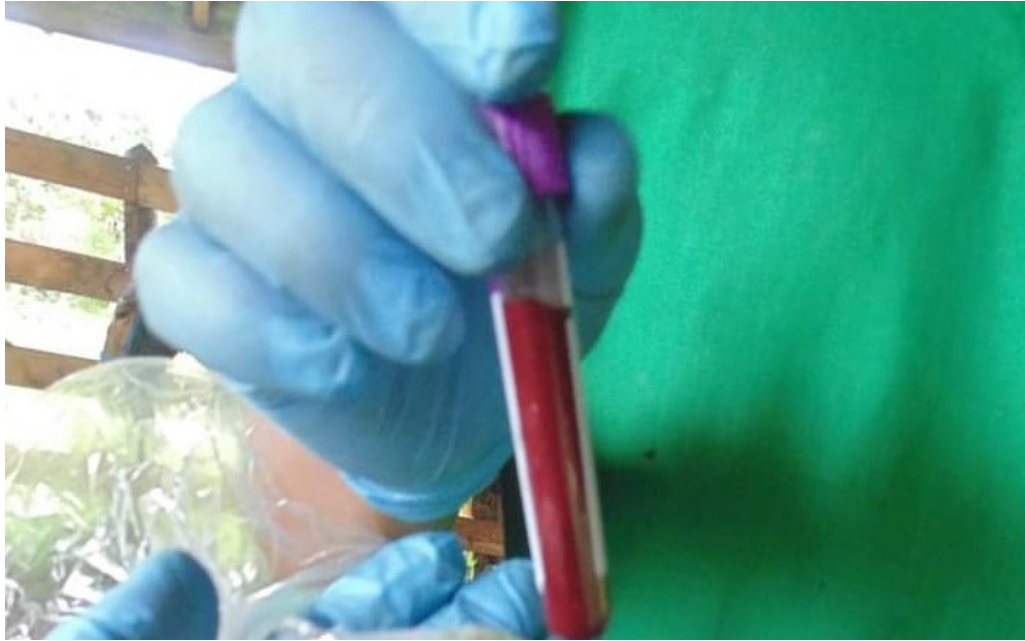
MUNICIPIO: _____

DEPARTAMENTO: _____

NÚMERO DE ARETE O NOMBRE.	FAMACHA	HEMATOCRITO	HEMOPÁSITOS	HPG

Elaboración propia

Anexo 3. Recolección de muestras de sangre



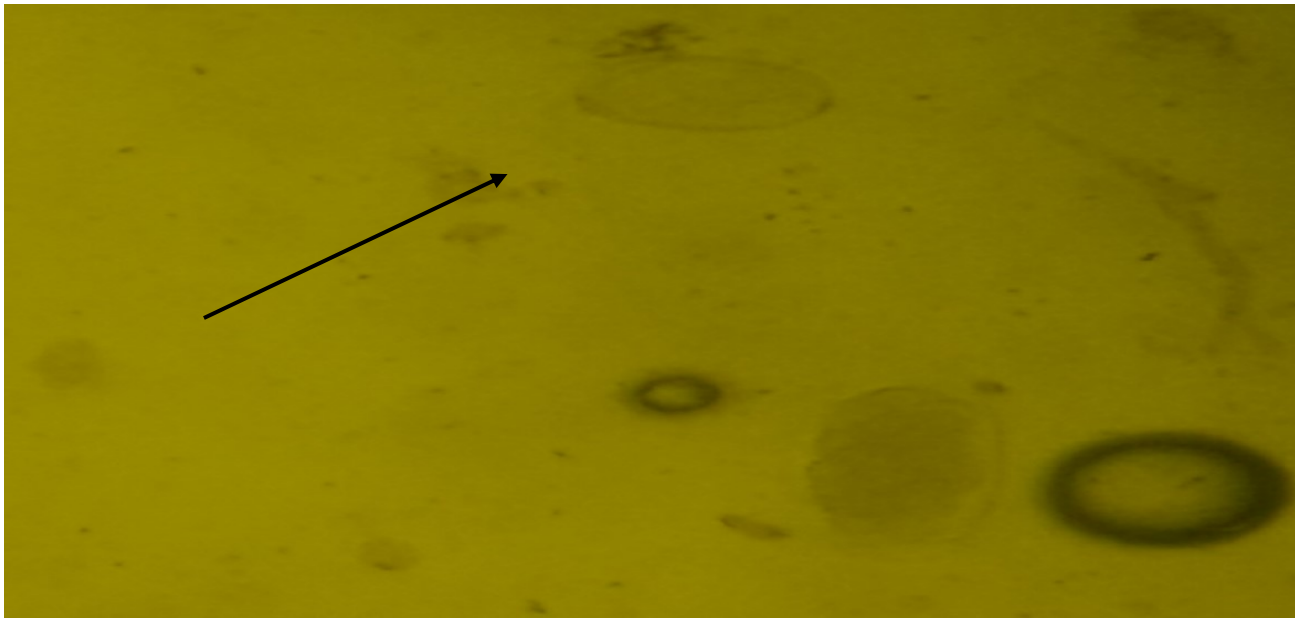
Anexo 4. Comparación de la conjuntiva ocular con la tarjeta FAMACHA



Anexo 5. Medición del valor del hematocrito



Anexo 6. Huevos de nematodos observados por microscopia



Anexo 7. Interpretación del coeficiente r de Pearson (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.305)

-1.00 = *correlación negativa perfecta*. (“A mayor X , menor Y ”, de manera proporcional. Es decir, cada vez que X aumenta una unidad, Y disminuye siempre una cantidad constante). Esto también se aplica “a menor X , mayor Y ”.

-0.90 = Correlación negativa muy fuerte.

-0.75 = Correlación negativa considerable.

-0.50 = Correlación negativa media.

-0.25 = Correlación negativa débil.

-0.10 = Correlación negativa muy débil.

0.00 = No existe correlación alguna entre las variables.

$+0.10$ = Correlación positiva muy débil.

$+0.25$ = Correlación positiva débil.

$+0.50$ = Correlación positiva media.

$+0.75$ = Correlación positiva considerable.

$+0.90$ = Correlación positiva muy fuerte.

$+1.00$ = *Correlación positiva perfecta* (“A mayor X , mayor Y ” o “a menor X , menor Y ”, de manera proporcional. Cada vez que X aumenta, Y aumenta siempre una cantidad constante).
