

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS Y PESQUERAS
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



LA SEMILLA DE JAVILLA (*Hura crepitans*) EN EL CONTROL DE PROTOZOOARIOS
EN OVINOS



Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado de:
Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias: Área de Ciencias Zootécnicas y
Veterinarias

PRESENTA

M.V.Z. MARTHA YANIRA VELÁZQUEZ GONZÁLEZ

DIRECTOR:

DR. JOSÉ LENIN LOYA OLGUIN

CO-DIRECTOR:

DR. FRANCISCO ESCALERA VALENTE

ASESORES:

DR. SERGIO MARTÍNEZ GONZÁLEZ
DRA. YISSEL SACNICTÉ VALDES GARCÍA

Xalisco Nayarit. Mayo de 2019



Compostela, Nayarit a 2 de mayo de 2019


DR. JUAN DIEGO GARCÍA PAREDES
COORDINADOR DEL POSGRADO CBAP
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT


P R E S E N T E

Los suscritos integrantes del cuerpo tutorial para asesorar la tesis titulada **“La semilla de javilla (*Hura crepitans*) en el control de protozoarios en ovinos”** que presenta la **M.V.Z. Martha Yanira Velázquez González** para obtener el grado de Maestro en Ciencias con opción de terminal en Ciencias Zootécnicas y Veterinarias, damos nuestra aprobación para que continúe con los trámites correspondientes para la obtención de su grado.


Sin otro asunto a tratar, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE


Dr. José Lenin Loya Olguín
Director


Dr. Francisco Escalera Valente
Co-director


Dr. Sergio Martínez González
Asesor


Dra. Yissel Sachicté Valdés García
Asesor



I. DEDICATORIA

A mis padres Efrén y Letty y a mi hermano.

Por apoyarme siempre en mis decisiones y estar presente a pesar de la distancia, por darme la fortaleza e inspiración para seguir adelante, sin ustedes no podría haber logrado nada. Gracias por su amor.

A mi mami Tancha y mami Martha.

Por la paciencia, el amor y el apoyo incondicional que toda la vida me han brindado, sin ustedes este proceso hubiera sido difícil.

A mis tíos, primos y sobrinos.

Por apoyarme directa o indirectamente, siempre estuvieron conmigo en los momentos más difíciles con sus consejos.

A mis amigos.

Por no dejarme desistir, darme ánimos de seguir adelante y demostrarme que siempre puedo contar con ustedes.

II. AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico que me permitieron realizar mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma de Nayarit por la oportunidad de realizar los estudios de maestría en el Posgrado de Ciencias Biológico Agropecuarias.

A la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia por el apoyo para realizar el trabajo de investigación.

A mi director de tesis el Doctor Lenin Loya, por la paciencia y el tiempo que me brindó para poder lograr esta meta, Gracias por siempre estar disponible para ayudarme.

Al Doctor Francisco Escalera, por siempre darme ánimos cuando ya no podía más, por su ayuda y sobre todo la paciencia.

A la Doctora Yissel Valdés, por sus compartirme sus conocimientos y su disposición.

III RESUMEN

Se utilizaron 6 corderas Pelibuey-Katahdin para determinar la dosis de semilla de *Hura crepitans* con tres tratamientos, siendo el tratamiento 1 (0.16 g/kg de peso vivo), tratamiento 2 (0.5 g/kg de PV), tratamiento 3 (1 g/kg de PV) tratamiento 4 (2 g/kg de PV) tratamiento 5 (4 g/kg de PV) y tratamiento 6 (6 g/kg de PV), se tomaron muestras de heces fecales y sangre, también se evaluó el estado de salud de los animales. Con base a los resultados obtenidos, se planteó el segundo experimento, en el cual se utilizaron 21 corderas para conformar 3 grupos de 7 animales, a las cuales se les administro vía oral diferentes concentraciones de *Hura crepitans* (4 g/kg de PV, 6g/kg de PV y un grupo control). No se presentaron diferencias en el comportamiento productivo entre tratamientos, sin embargo, el tratamiento control mostró una menor ($P \leq 0.05$) eliminación de ooquistes de coccidia (114 ± 6486) obteniendo diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) con los tratamientos 1 (21803 ± 19131) y 2 (22396 ± 19067). Mediante la técnica de la bolsa de Nylon, se determinó el porcentaje de degradabilidad *in situ* de materia seca de la semilla (52.5%) en las primeras 24 horas. Se concluye que la dosis de 4 g de semilla de *Hura crepitans* por kilogramo de peso vivo de los borregos favorece la eliminación de ooquistes de coccidia sin afectar la salud y el comportamiento productivo de los animales.

Contenido

I. DEDICATORIA	iv
II. AGRADECIMIENTOS	v
III RESUMEN	vi
IV. ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
V. ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
1. INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos.....	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Parasitosis a nivel mundial.....	5
2.2 Coccidiosis.....	5
2.2.1 Ciclo biológico de <i>Eimeria spp.</i>	6
2.3 Protozoarios.....	7
2.4 Javilla	9
2.4.1 Usos de <i>Hura crepitans</i>	10
2.4.2 Hurina y crepitina	11
2.5 Constantes fisiológicas	12
2.6 Biometría hemática	13
Cuadro 2. Constantes fisiológicas de los corderos.	13
2.7 Metabolitos.....	13
2.7.1 Alanina aminotransferasa (ALT o GPT)	13
2.7.2 Aspartato aminotransferasa (AST o GOT).....	14
2.7.3 Gamma glutamil transpeptidasa (GGT)	15
2.7.4 Fosfatasa alcalina	15
2.7.5 Creatinina	15
2.7.6 Nitrógeno ureico en sangre (BUN).....	16
2.7.7 Bilirrubina.....	16
3. MATERIAL Y MÉTODOS	18
3.1 Ubicación del área de trabajo	18
3.2 Obtención de la semilla de Javilla (<i>Hura crepitans</i>).	18
3.3 Experimento 1	18
3.3.1 Unidades experimentales	18
3.3.2 Alimentación	19
3.3.3 Tratamientos (6 días).....	19

3.3.4 Toma y manejo de muestras	20
3.3.5 Constantes fisiológicas	20
3.4 Experimento 2	21
3.5 Experimento 3	21
3.5.1 Unidades experimentales.	21
3.5.2 Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca (DISMS).	21
3.6 Análisis estadístico.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1 Experimento 1	23
4.1.1 Constantes fisiológicas.	23
4.1.2 Biometría hemática.	26
4.1.3 Bioquímica sanguínea.	32
4.1.4 Análisis coprológico.	38
4.2 Experimento 2	40
4.2.1 Comportamiento parasitario.....	40
4.2.2 Comportamiento productivo.....	42
4.2.3 Metabolitos en plasma.....	44
4.3 Experimento 3	49
4.3.1 Composición química de la semilla.....	49
4.3.2 Degradabilidad de la semilla.....	49
5. CONCLUSIÓN	51
6. LITERATURA CITADA	52

IV. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de la semilla de <i>Hura crepitans</i>	10
Cuadro 2. Constantes fisiológicas de los corderos.....	13
Cuadro 3. Rangos normales de metabolitos sanguíneos en ovinos.....	17
Cuadro 4. Ingredientes y composición química de la dieta.....	19
Cuadro 5. Comportamiento productivo corderas Pelibuey con diferentes dosis de semilla de <i>Hura crepitans</i>	44
Cuadro 6. Composición química de la semilla de javilla.....	49
Cuadro 7. Degradabilidad <i>in situ</i> de la semilla de <i>Hura crepitans</i>	50

V. ÍNDICE DE FIGURAS

Grafica 1. Consumo de alimento de corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	24
Grafica 2. Peso corporal de corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	24
Grafica 3. Temperatura corporal de corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	25
Grafica 4. Frecuencia cardiaca de corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	25
Grafica 5. Frecuencia respiratoria de corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	26
Gráfica 6. Leucocitos en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	27
Gráfica 7. Linfocitos en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	27
Gráfica 8. Neutrófilos en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	28
Gráfica 9. Neutrófilos de núcleo segmentado en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	28
Gráfica 10. Eritrocitos en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	29
Gráfica 11. Hemoglobina en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	29
Gráfica 12. Hematocrito en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	30
Gráfica 13. Volumen corpuscular medio en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	30
Gráfica 14. Concentración media de hemoglobina corpuscular en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	31
Gráfica 15. Plaquetas en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	31
Gráfica 16. Proteínas totales en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	32
Gráfica 17. Albúmina en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	33
Gráfica 18. Globulinas en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	33
Gráfica 19. Relación albumina/globulina en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	34
Gráfica 20. Fosfatasa alcalina en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	34
Gráfica 21. Gamma glutamil transpeptidasa en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	35

Gráfica 22. Lactato deshidrogenasa en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	35
Gráfica 23. Transaminasa glutámico oxalacética en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	36
Gráfica 24. Alanina-aminotransferasa en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	36
Gráfica 25. Creatinina en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	37
Gráfica 26. Urea en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	37
Gráfica 27. Glucosa en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	38
Gráfica 28. Eliminación de coccidia en corderas raza Pelibuey en tratamientos con <i>Hura crepitans</i>	38
Gráfica 29. Especies de <i>Eimeria</i> identificadas en los ovinos de la UAMVZ de la UAN.....	39
Gráfica 30. Eliminación de ooquistes de coccidia por tratamiento.....	41
Gráfica 31. Tendencia de eliminación de ooquistes de coccidia por tratamiento.....	42
Gráfica 32. Alanina aminotransferasa (ALT) en plasma sanguíneo (U/L).....	45
Gráfica 33. Aspartato aminotranferasa (AST) en plasma sanguíneo (U/L).....	45
Gráfica 34. Gamma glutamil transpeptidasa (GGT) en plasma sanguíneo (UI/L).....	46
Gráfica 35. Fosfatasa alcalina (FA) en plasma sanguíneo (UI/L).....	46
Gráfica 36. Creatinina en plasma sanguíneo (mg/dL).....	47
Gráfica 37. Urea en plasma sanguíneo (mg/dL).....	47
Gráfica 38. Nitrógeno ureico en sangre (BUN) mg/dL.....	48
Gráfica 39. Porcentaje de degradabilidad de <i>Hura crepitans</i> a nivel ruminal...	50

1. INTRODUCCIÓN

La producción intensiva en el país es una actividad que cada día tiene más importancia, por lo tanto, existe la posibilidad de la aparición de nuevas enfermedades que no se presentaban en los sistemas de producción tradicionales, o que no existían en el país (Mendoza *et al.*, 2010).

Las enfermedades parasitarias son un factor importante en la productividad del ganado en México y su aparición, tanto de parásitos internos como externos, son favorecidas por el clima caliente-húmedo y subhúmedo, en latitudes tropical y subtropical (Rodríguez *et al.*, 2017). Estas enfermedades afectan la ovinocultura al interferir en la nutrición y desarrollo de los animales (Herrera *et al.*, 2013).

Entre las enfermedades parasitarias más comunes en corderos, en etapa de crecimiento temprano, podemos mencionar la coccidiosis. Esta es una enteritis contagiosa producida por la infección con especies de *Eimeria* e *Isospora*, que afecta a todos los animales domésticos, sin embargo, tiene una mayor mortalidad en corderos. (Blood y Rodostits, 1992), Un estudio realizado por Urdaneta y Muñoz en 2005, afirma que los principales parásitos que afectan el sistema gastrointestinal en ovinos son helmintos y protozoarios.

De las 11 especies de coccidia que se encuentran en las ovejas *E. ovinoidalis*, *E. crandallis*, *E. parva* y *E. pallida* son las más comunes (Rodríguez *et al.*, 2010^b). *Eimeria crandallis* y *Eimeria ovinoidalis* son consideradas las más patógenas ya que están asociadas con casos clínicos de coccidiosis en corderos, por encontrarse parasitando en la parte baja del intestino delgado e intestino grueso de los animales jóvenes (Gregory *et al.*, 1980).

La coccidiosis ejerce mayores efectos adversos sobre la salud y la productividad de los animales, sobre todo cuando estos se encuentran sometidos a sistemas de producción intensivos, como es el caso de los ovinos, cerdos, aves y bovinos. Por lo tanto, esta enfermedad tiene gran importancia económica en las especies de animales domésticos productores de alimentos para consumo humano. Sin embargo,

se cuenta con poca información sobre el impacto económico y/o importancia de la coccidiosis en sistemas intensivos (Alzieu *et al.*, 1999).

El impacto económico que las enfermedades parasitarias provocan en la producción en México es incierto, sin embargo, se estableció que las pérdidas económicas anuales causadas por eimeriosis en nuestro país son de 23,781.491 dólares y de 6,000,000 de dólares en Estados Unidos de América (Rodríguez *et al.*, 2017).

En los sistemas de producción ganadera ubicados en regiones tropicales y subtropicales del mundo, las afecciones parasitarias son consideradas como causa importante de pérdidas en la productividad ganadera, debido a daños tales como: mortalidad, reducción de los niveles de producción, alteraciones reproductivas y altos costos del control, entre otros. Se han desarrollado numerosas estrategias de control de parásitos que afectan la producción animal, la mayoría de ellas muestran ser altamente eficaces, prácticas y económicas, pero incapaces de prevenir y/o controlar el constante desarrollo de resistencia a los antiparasitarios. Casi sin excepción y en la medida que los antiparasitarios fueron perdiendo eficacia, estas estrategias se hicieron menos rentables, comprometiendo en algunos casos, la propia sustentabilidad del sistema productivo (FAO, 2003).

En algunas ocasiones, los parásitos se pueden refugiar en el pasto que consumen los ovinos, desarrollando resistencia a los productos que con frecuencia son utilizados para su control, esta es una de las razones por las que se ha motivado el estudio de métodos alternativos para el tratamiento y control de parásitos (Guerrero *et al.*, 2016).

El incremento en la resistencia de coccidia aviar ante medicamentos anticoccidiales actualmente utilizados en industrias de aves, ha estimulado la búsqueda de nuevos métodos de control. Como parte de este esfuerzo se ha investigado sobre *Artemisia annua* (ajenjo dulce o ajenjo chino) como una potencial fuente de compuestos con actividad anticoccidial. En China el té ha sido usado como tratamiento de la malaria en humanos (también protozoarios) durante 2,000 años (Allen *et al.*, 1997).

En la coccidiosis aviar fue evaluada la eficacia de 15 extractos de diferentes hierbas incluidas *Sophora flavescens* (aiton), *Sinomenium acutum* (feng larga), *Pulsatilla koreana* (flor de pasque), *Torilis japónica* y *Ulmus macrocarpa* (olmos de montaña). Todos los extractos herbales tienen alguna eficacia anti-protozoaria contra *Eimeria tenella*. El efecto anti-protozoario *in vitro* de la *Artemisia*, fue evaluado utilizando *Neospora caninum* y mostró un significativo efecto anti-protozoario (Youn *et al.*, 2003). Por otro lado en gallos de combate se estudió el efecto de epazote (*Chenopodium ambrosioides*), donde no encontraron efecto sobre el control de protozoarios del género *Eimeria* (Álvarez *et al.*, 2011).

El látex de la semilla de javilla (*Hura crepitans*) se ha utilizado como antiparasitario intestinal (*Haemonchus contortus*, *Strongyloides venezuelensis*) en ovinos, mostrando ser eficaz en el control de los mismos (Carvalho *et al.*, 2012) sin embargo la semilla no ha sido evaluada y menos en el control de protozoarios.

Hipótesis

La semilla de *Hura crepitans* funciona como control de protozoarios sin alterar la productividad ni la salud del cordero de engorda.

Objetivo General

Evaluar la semilla de *Hura crepitans* en el control de protozoarios, y su efecto en la productividad y la salud del cordero en engorda.

Objetivos Específicos

1. Establecer la dosis antiprotozoaria de la semilla de *Hura crepitans*
2. Medir la dosis eficiente de la semilla en el control de protozoarios en corderos.
3. Cuantificar las variables productivas de los corderos.
4. Valorar metabolitos sanguíneos de los corderos.
5. Determinar degradabilidad in situ de la semilla de *Hura crepitans*.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Parasitosis a nivel mundial

Las enfermedades que afectan a los animales causan problemas en la producción, comercio y salud pública de todo el mundo, a medida que éstas aumentan, los países se esfuerzan para desarrollar métodos de control. Uno de los factores que provocan la aparición de ciertas enfermedades es la transformación de la ganadería y algunas de sus consecuencias que se suelen pasar por alto, son el impacto en la economía, salud pública y en la disponibilidad de proteínas de origen animal para el consumo humano (Brown, 2001). Las infecciones parasitarias son una de las principales causas de enfermedad y pérdida de productividad en los sistemas de producción a nivel mundial, por lo que no existe duda de que su control es necesario. Es imposible erradicar los parásitos de las explotaciones ganaderas, por lo que debemos resignarnos a convivir con ellos. Las medidas de control óptimas serían aquellas que permitieran mantener niveles tolerables de infección en las que los animales pudieran desarrollar inmunidad frente a los parásitos sin afectar sus características productivas (Castro *et al.*, 2007).

2.2 Coccidiosis

Es de las enteritis más importantes que afectan a los pequeños rumiantes, especialmente a los recién destetados, considerándose como las parasitosis más importantes por el impacto económico que causa en lugares como Texas (Penzhorn *et al.*, 1994).

Un estimado de 77,000,000 de cabezas de ganado joven en Estados Unidos de América son infectados por coccidia durante el primer año de vida, de éstos 4,000,000 son tratados para *Eimeriosis* de los cuales 80,000 animales infectados mueren (Rodríguez *et al.*, 2017).

2.2.1 Ciclo biológico de *Eimeria* spp.

El ciclo biológico inicia cuando los ovinos ingieren los ooquistes esporulados que se encuentran en el medio ambiente (alimento o agua), una vez ingeridos estos se reproducen rápidamente. Los ooquistes esporulados viajan por todo el tracto digestivo y en el intestino son liberados los esporozoitos (desenquistamiento). El ciclo biológico de *Eimeria* está dividido en dos etapas: 1.- fase endógena, la cual está dividida en sexual (gametogonia) y asexual (esquizogonia o merogonia) y 2.- fase exógena (esporogonia) (Cervantes, 2016).

Esporogonia

La esporulación del ooquiste se lleva a cabo bajo condiciones de oxigenación, humedad (100%) y temperatura óptima de 27 °C. Los ooquistes esporulados poseen cuatro esporoquistes (también llamados esporoblastos) con dos esporozoitos cada uno dentro (etapa infectante) (Bowman, 2014).

Esquizogonia

Para llevar a cabo la fase del desenquistamiento es necesaria la presencia de dióxido de carbono (CO²), el cual provoca un adelgazamiento de la membrana del ooquiste, alterando la permeabilidad y permitiendo la acción de tripsina y sales biliares provocando la liberación de los esporozoitos en el tracto gastrointestinal (Belli *et al.*, 2006; Nyberg *et al.*, 1968). El siguiente paso es penetrar a la célula, para poder llevar a cabo este proceso el esporozoito necesita reconocer el lugar, hacer contacto y finalmente penetrar la célula a través de deslizamientos circulatorios, los cuales son producidos por las proteínas de superficie que se encuentran en la porción apical del esporozoito. Una vez que el esporozoito se une a la célula, la invasión continúa con la invaginación y sellado de la membrana celular del huésped formando la membrana de la vacuola parasitófora. El tiempo que tarda en penetrar la célula va de 5 a 10 segundos (Dubremetz *et al.*, 1998). El esporozoito se transforma en trofozoíto (Augustine, 2001) y se generan los esquizontes (estructuras que constan de un gran número de organismos nucleados alargados conocidos como merozoitos) por medio

de divisiones nucleares múltiples. Esta etapa solo ocurre en el intestino delgado del animal. Cuando la división se completa y el esquizonte madura, los merozoitos salen e invaden células vecinas (de 1º y 2º generación) (Roberts y Janovy, 2009).

Gametogonia

En esta etapa la segunda generación de esquizontes son liberados y penetran a las células epiteliales del intestino grueso, se producen los gamontes los cuales pueden ser de dos tipos: Macrogametos (femeninos), que maduran para formar un único gameto el cual ocupará toda la célula huésped, destaca la presencia de los cuerpos formadores de la pared del ooquiste; o microgameto (masculino), estos llevan a cabo divisiones mitóticas para dar lugar a múltiples microgametos, solo esta fase posee órgano de locomoción (flagelo). Hay una etapa entre la segunda generación de merontes y el gamonte, en la que el parásito está envuelto en el núcleo de las células epiteliales del intestino delgado y grueso del huésped y hay una sincronización de la división de la célula huésped y el parásito (Gregory y Catchpole, 1990; Gregory *et al.*, 1987). Cuando los microgametos maduran, abandonan la célula huésped y se desplazan (con ayuda de su flagelo) hasta las células donde se encuentran los macrogametos y se lleva a cabo la fertilización dando lugar a la formación del cigoto (ooquiste), los cuales serán liberados con las heces (Chartier y Paraud, 2012; Malo, 2013; Taylor *et al.*, 2007). La pared final del ooquiste es una bicapa formada por una capa externa (predominantemente lipídica) y por una capa interna (glucoproteica). Esta bicapa le otorga una excelente resistencia al ooquiste inmaduro y así puede sobrevivir en el medio ambiente (Belli *et al.*, 2006). El potencial proliferativo en el huésped es muy alto, ya que según un cálculo teórico, cada ooquiste ingerido podría dar origen a 30 millones de ooquistes excretados (Chartier y Paraud, 2012).

2.3 Protozoarios

El reino protista se establece como una unidad en 1993, en los protistas se encuentran las formas parasitarias más antiguas que habitaron la tierra hace millones de años y que han evolucionado como organismos unicelulares. Actualmente se

dividen en tres grupos: protozoos, mixomicetos y ficomicetos, y las algas. Los protozoarios componen una categoría de diversos organismos, los que en su mayoría son heterótrofos unicelulares que ingieren su alimento y generalmente se reproducen asexualmente por división celular, aunque algunos también tienen fases sexuales como meiosis y fusión de gametos haploides. Existen más de 1000 especies de protozoos en su mayor parte endoparásitos (Rodríguez *et al.*, 2010^a).

El número aproximado de protozoarios en rumen es de 10^5 a 10^6 células/ml de contenido ruminal. Aunque existen especies flageladas, la mayoría son ciliadas. Se calcula que los protozoarios representan sobre el 2% del peso del contenido del rumen, el 40% del N microbiano total y proporcionan el 60% de los productos de fermentación microbiana en el rumen. Los protozoarios presentes en rumen pueden ser iguales o incluso superiores a las bacterias ruminales, siendo anaerobios estrictos. Los protozoos ciliados son capaces de degradar y fermentar una amplia gama de sustratos, por ejemplo, almidón, sacarosa, glucosa, hemicelulosa, pectina y maltosa (Yokoyama y Johnson, 1988).

De las numerosas especies de protozoarios que contiene el rumen, la mayoría no dependen únicamente de los nutrientes de las plantas para su crecimiento, pero se alimenta por fagocitosis de las bacterias ruminales, isosporas y de otros protozoarios. Aunque los protozoarios son capaces de utilizar los nutrientes de las plantas, la mayoría de su energía y nitrógeno requerido se derivan de la fagocitosis de otros microorganismos (Theodorou y France, 1993).

Los microorganismos ruminales, entre ellos los protozoarios, pueden metabolizar compuestos naturales tóxicos y transformarlos en sustancias inocuas, de esta manera el rumen actúa como la primera barrera de defensa contra sustancias tóxicas; de igual forma, la población microbiana tiene la capacidad de adaptarse de manera gradual a la ingestión prolongada de ciertos compuestos, lo que le permite al animal desarrollar mayor tolerancia a ciertos tóxicos (Carmona, 2007).

2.4 Javilla

Dada la amplia distribución de *H. crepitans*, la cual cubre una vasta zona del Neotrópico. Es un árbol perenne que pertenece a la familia (*Euphorbiaceae*) y crece en las regiones tropicales del mundo, ésta recibe un sinnúmero de nombres comunes, tanto a nivel de regiones como de países. En la Amazonia, la denominación de açacu es la más conocida. En otras regiones se la conoce como: árbol del diablo y haba en México; jabillo en América Central; ceiba amarilla y ceiba de leche en Colombia; y ceiba blanca y ceiba habillo en Venezuela. En Brasil, la especie se conoce como assacú, açacu, açacu branco, açacu preto y ateeiro. En el Perú, recibe los nombres de catahua amarilla y habilla. En Puerto Rico, se conoce a la especie como molinillo, hura y “sandbox”. En Bolivia, recibe una sola denominación: ocho. También es conocida como El árbol arenero, javilla, habillo o árbol del diablo. El árbol puede reconocerse por la presencia de obscuras espinas cónicas que cubren la corteza y sus largas hojas en forma de corazón con prominentes venas. El fruto que produce son vainas que forman una calabaza que usualmente son verdes cuando están frescas y café cuando están secas (Justiniano y Fredericksen, 2000; Idowu *et al.*, 2012).

Los árboles de javilla son, generalmente, semidecíduos a decíduos, de follaje denso, llegando a alcanzar dimensiones gigantescas que fluctúan entre los 40 y 45 metros de alto con diámetros superiores a los 100 cm. La corteza interna es de color blanco cremoso hasta anaranjada clara y su espesor es de 2-5 cm aproximadamente. La corteza externa exuda abundante látex de color blanco amarillento, acuoso y muy cáustico (Justiniano y Fredericksen, 2000).

Las hojas son simples, alternas, dispuestas en espiral sobre los ápices de las ramas jóvenes, de 6.5 a 11 cm de largo y 5 a 11 cm de ancho; tienen forma deltoide hasta cordada, de color verde oscuro en ambas superficies, coriáceas, glabras hasta pubescentes, provistas de pelos simples; con pecíolo largo, éste de 6 a 14 cm de largo, presentan un par de glándulas más o menos globosas ubicadas en el ápice del pecíolo; el margen crenulado hasta dentado; la base cordiforme o redondeada y el

ápice cuspidado-acuminado pinatiner-vadas con 14 pares de nervaduras arqueadas hacia el margen y las secundarias paralelas. Las estípulas caducas de 1.5 cm, pubescentes (Justiniano. y Fredericksen, 2000).

El fruto es una capsula leñosa de 7.5 cm de diámetro y con muchas celdas. En cada celda hay una semilla deprimida, la cual es rica en aceite. Las cápsulas cuando están maduras revientan repentinamente con fuertes explosiones, que tiran lejos las semillas (French y Chaparro, 1963). La semilla de *Hura crepitans* es consumida por los guacamayos durante la temporada húmeda y seca en Costa Rica (Vaughan *et al.*, 2006).

Con el objetivo de determinar la composición química proximal de la semilla de *Hura crepitans*, Muhammed *et al.* en 2013 realizó diferentes métodos los valores del Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de la semilla de *Hura crepitans*.

PARÁMETRO	PORCENTAJE
Humedad	3.10 ± 0.30
Grasa cruda	53.81 ± 0.10
Fibra cruda	1.21 ± 0.10
Proteína cruda	37.64 ± 0.20
Ceniza	3.55 ± 0.10
Carbohidratos por diferencia	0.69 ± 0.20

2.4.1 Usos de *Hura crepitans*

Este árbol es considerado tóxico para las personas debido principalmente a su látex (Fernández *et al.*, 2011). En humanos el uso de javilla no se recomienda ya que su ingestión puede provocar náuseas, vómitos, diarreas e incluso la muerte (López y Pérez, 2010).

La toxicidad del jabillo radica en dos albúminas tóxicas (toxalbuminas), hurina y crepitina, que se distribuyen por toda la planta: flores, semillas y látex (López y Pérez, 2010).

El látex es una emulsión con una diversa composición y diferentes roles, de los cuales es conocido el de la habilidad de proveer a la planta un mecanismo de defensa mediante repelente de insectos, controlando el crecimiento de fitopatógenos microbianos y produciendo efectos tóxicos en herbívoros (Spanó *et al.*, 2015).

Si bien es cierto que la javilla contiene componentes tóxicos, también es cierto que ha sido utilizada para combatir algunos trastornos. En humanos, este árbol se ha empleado para combatir afecciones cutáneas, como antileishmania y antihelmíntico (Fernández *et al.*, 2011), así como antiparasitario intestinal, frente a un amplio espectro de protozoos y helmintosis (López y Pérez, 2010).

En animales, en la especie ovina, el látex se ha utilizado como antiparasitario intestinal (*Haemonchus contortus*, *Strongyloides venezuelensis*), mostrando ser eficaz en el control de los mismos (Carvalho *et al.*, 2012).

El uso de las hojas de *H. crepitans*, indican una actividad antiviral y citotóxica sobre virosis de importancia en sanidad animal. También se usa para contrarrestar mordeduras de serpientes (Iannacone *et al.*, 2014).

2.4.2 Hurina y crepitina

Richet (1909), reportó que el látex de *Hura crepitans* L. tiene propiedades hemoaglutinantes y contiene una proteína tóxica llamada crepitina, la cual se considera similar al ricino. Jaffé (1943) purificaron del látex de la misma planta, la proteína crepitina, llegando a la conclusión de que ésta tenía actividad hemoaglutinante pero no mitogénica. McPherson y Hoover en 1979 purificaron una lectina mitogénica de las semillas de *Hura crepitans* la cual llamaron hurina (Barbieri *et al.*, 1983). Hurina, una lectina de la planta (toxalbumina) relacionada con ricina y huratoxina, un éster de diterpeno, irritante (Nelson *et al.*, 2007).

2.5 Constantes fisiológicas

La valoración de constantes fisiológicas permite al clínico la evaluación del estado de salud de los animales, así como el diagnóstico de ciertas enfermedades, por eso la importancia de conocer los rangos normales de dichas constantes. Cuando esta información se interpreta de forma correcta, es la base de un plan diagnóstico lógico (Bichard y Sherding, 1996) (Cuadro 2).

Frecuencia cardíaca

El ciclo está compuesto por dos sonidos: el sistólico (contracción cardíaca) y el diastólico (relajación cardíaca). Se determina por palpación en la arteria femoral o bien en la vena yugular, o mediante la auscultación con un estetoscopio (Mendoza *et al.*, 2010).

Frecuencia respiratoria

La frecuencia respiratoria es el número de veces que un animal respira por minuto. Se mide cuando el animal está en reposo y consiste en contar el número de respiraciones durante un minuto observando las veces que se eleva el tórax (Villegas *et al.*, 2012).

Temperatura

Los ovinos tienen una temperatura constante, en la cual la temperatura del ambiente no debe influir. La temperatura se mide con un termómetro digital OMRON durante 2 minutos vía rectal (Mendoza *et al.*, 2010).

En un caso por intoxicación experimental en ocho ovinos con *Vestia lycoides*, la frecuencia cardíaca presentó un aumento, contrario a la frecuencia respiratoria y temperatura corporal las cuales se mantuvieron dentro de los rangos normales durante todo el experimento (Hitschfeld, 1980).

2.6 Biometría hemática

El muestreo de sangre es una herramienta de diagnóstico para identificar las respuestas fisiológicas de un animal, ya que puede revelar importante información sobre su salud, bienestar y estado nutricional (Soach *et al.*, 2011).

Cuadro 2. Constantes fisiológicas de los corderos.

PARAMETRO	RANGO	AUTOR
FC	115 latidos por minuto	Mendoza <i>et al.</i> , 2010
FR	15-18 respiraciones por minuto	Mendoza <i>et al.</i> , 2010
TEMPERATURA	39-40°C	Mendoza <i>et al.</i> , 2010

FC= Frecuencia cardíaca, FR= Frecuencia respiratoria.

2.7 Metabolitos

Se define como metabolito a cualquier sustancia o molécula que se genera a lo largo del metabolismo de otra sustancia (Medical Dictionary, 2011).

El perfil metabólico es una herramienta diagnóstica de gran importancia, ya que el desequilibrio en el metabolismo suele tener repercusiones en la composición de algunos fluidos corporales, por ejemplo, en sangre, orina y leche (Bartolomeu *et al.*, 2012).

2.7.1 Alanina aminotransferasa (ALT o GPT)

La ALT es una enzima citoplásmica hepatocelular, con gran concentración en el hígado y en menor medida en los riñones, corazón y músculos, por eso un aumento sérico de ALT es más específico de lesión hepática que la AST (Balcells, 2001).

El daño hepático agudo tiende a producir grandes elevaciones de actividad ALT, mientras que en el daño crónico la actividad ALT puede estar normal o moderadamente incrementada. El grado de incremento en la actividad ALT

correlaciona con el número de hepatocitos dañados, el cual puede ser utilizado para evaluar la extensión del daño hepático (Fligio *et al.*, 2004).

La elevación de ALT es el indicador más sensible del daño hepatocelular, de modo que una subida de ALT es, como regla, de origen hepatocelular (Kumar y Clarck, 2005).

2.7.2 Aspartato aminotransferasa (AST o GOT)

La AST se encuentra principalmente presente en grandes cantidades en el corazón, hígado, músculo esquelético y riñones (Braunwald *et al.*, 2001). Cuando se lesionan las células que contienen la AST o se altera la permeabilidad de la membrana celular se libera al plasma junto con otras enzimas incrementando su concentración sérica. Mientras mayor sea la concentración intracelular de la AST, más alta y más rápida sea la elevación en el suero con el daño celular (Balcells, 2001).

En hepatología, el propósito principal de la determinación de AST es para complementar los valores de ALT (Kumar y Clarck, 2005).

Se encuentran cantidades elevadas de AST en suero en casos de infarto agudo de miocardio, hepatopatía aguda, miopatías, por el empleo de determinados fármacos y en cualquier enfermedad o trastorno en el cual resulten seriamente dañadas las células (Balcells, 2001; Wilson, 2008).

La transaminasa glutámico pirúvico (GPT) es muy específica del hígado se localiza en el citoplasma de los hepatocitos y se libera incluso cuando se lesiona levemente la membrana celular; no es necesario que las células se lesionen irreversiblemente (Kraft y Schillinger, 1998). GPT también puede aumentar en pancreatitis y procesos inflamatorios intestinales, y estos casos se habla de hepatopatías reactivas (John, 2000).

2.7.3 Gamma glutamil transpeptidasa (GGT)

La GGT está presente, en orden decreciente de abundancia, en: túbulos proximales del riñón, hígado, páncreas e intestino. En el caso de las alteraciones hepáticas, la GGT generalmente es un indicador de agresión tóxica. Sin embargo, dada su inespecificidad, la determinación de GGT sólo tiene valor clínico cuando sus valores son comparados con los de otras enzimas de mayor especificidad de órgano (Kumar y Clarck, 2005).

Para distinguir enfermedades del tracto biliar de enfermedades hepatocelulares se usa la razón GGT/ALT; si esta se eleva se trata de las primeras. Cuando la GGT sérica se determina en forma conjunta con la FA y con la ALT, se mejora el valor diagnóstico del examen (Núñez, 2005).

2.7.4 Fosfatasa alcalina

La fosfatasa alcalina (FA) es una de las enzimas más empleadas como marcadores de la colestasis, esta enzima se encuentra en la membrana citoplasmática en el nivel de los canalículos biliares y en el epitelio biliar (Núñez, 2005).

La FA aumenta en situaciones de colestasis, por la acción de barbitúricos o corticoesteroides. La isoenzima ósea muy pocas veces se encuentra elevada en animales adultos. Animales jóvenes en crecimiento tiene hiperactividad de FA por incremento del metabolismo óseo; una vez finalizado éste, un aumento de la FA se considera de origen colestásico o por inducción (Anderson y Taibo, 1999; Núñez, 2005).

2.7.5 Creatinina

La creatinina plasmática es un producto metabólico que se utiliza para medir el grado de deshidratación y para diferenciar la uremia pre renal, renal y pos renal (Radostits *et al.*, 2002). En metabolismo proteico se diferencian dos tipos de proteínas metabólicas, una es una constante del metabolismo endógeno, y la otra es una

variable del metabolismo exógeno. Por lo tanto, la excreción de creatinina representa el metabolismo endógeno (Gloria, 2009).

La creatinina solo se eleva si la función renal esta alterada, pues las concentraciones en la sangre se relacionan con la formación y eliminación por la orina. Las nefrosis tóxicas y las obstrucciones urinarias son afecciones muy comunes en las cuales aumenta el valor de la creatinina sanguínea (Gloria, 2009).

2.7.6 Nitrógeno ureico en sangre (BUN)

Se utiliza para monitorear la proteína y energía de la dieta, los factores que determinan los niveles de urea en sangre es el porcentaje de degradabilidad de la proteína a nivel ruminal y el tipo de dieta (Gloria, 2009).

2.7.7 Bilirrubina

La bilirrubina indirecta es soluble en lípidos y no se filtra a través de los glomérulos renales, de manera normal no se excreta por la orina. La bilirrubina directa es soluble en agua y se secreta por los canalículos biliares menores y más tarde se excreta por la bilis (Bush, 1999).

En el plasma existen cantidades bajas de bilirrubina directa; en animales sanos la mayor parte de la bilirrubina en plasma es indirecta. La directa no puede reabsorberse en el intestino, pero en el íleon y colon las enzimas bacterianas la convierten en urobilinógeno incoloro, reabsorbiéndose como tal en un 10-15% en la circulación portal hasta el hígado (Kraft y Schillinger, 1998).

Cuadro 3. Rangos normales de metabolitos sanguíneos en ovinos.

METABOLITO	RANGO	AUTOR
AST	49.0-123.3 U/L	Kahn, 2007
	50-94.8 UI/L	Idme 2015
ALT	14.8-43.8 U/L	Kahn, 2007
	8.1-33.9 UI/L	Idme, 2015
GGT	20.1-81.6 UI/L	Idme, 2015
	20-52 UIL	Kaneko <i>et al.</i> , 2008
CREATININA	0.2- 1.9 mg	Maza <i>et al.</i> , 2011
	0.9-2.0 mg/dL	Flores, 2014
	106-168 μ mol/L	Kaneko <i>et al.</i> , 2008
BUN	1.9-5.3 mmol/l	Aslani <i>et al.</i> , 2007
FA	68-387 UI/L	Kaneko <i>et al.</i> , 2008
UREA	10.3-26.0 mg/dL	Kahn, 2007

AST= Aspartato aminotransferasa, ALT= Alanina aminotransferasa, GGT= Gamma glutamil transpeptidasa, BUN= Nitrógeno uréico en sangre, FA= Fosfatasa alcalina.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de trabajo

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Producción de Ovinos y Caprinos y en los laboratorios de Parasitología, Bromatología y Nutrición Animal y Análisis Clínicos de la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UAMVZ) dependientes de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN). La UAMVZ se encuentra localizada en el kilómetro 3.5 de la carretera de cuota Compostela-Chapalilla ubicada geográficamente entre los 21°17'46'' de latitud norte y los 104°54' de longitud oeste, a 880 metros sobre el nivel del mar, con clima caracterizado como semicálido, húmedo, con una temperatura media anual de 22°C y una precipitación pluvial de 1,000 mm (INEGI, 2015).

3.2 Obtención de la semilla de Javilla (*Hura crepitans*).

El fruto fue recolectado en la UAMVZ, una vez recolectado el fruto entero, utilizando un martillo, se rompió la cáscara del fruto para la obtención de la semilla de *Hura crepitans*. Posteriormente, la semilla fue dividida en cuatro partes y éstas fueron molidas en una licuadora Oster, antes de secarla en una estufa de aire forzado a 65 °C durante 48 horas.

3.3 Experimento 1

3.3.1 Unidades experimentales

El objetivo fue determinar la dosis de *Hura crepitans* que permitieran eliminar ooquistes de coccidia en corderos.

Se utilizaron 6 corderas Pelibuey-Katahdin de un peso promedio de 23 kg (PV). Al inicio del trabajo todos los animales se pesaron y se evaluó su estado de salud, midiendo la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura corporal, principalmente. Además, se tomó una muestra de heces y sangre y por último se alojaron individualmente en jaulas con piso de rejilla.

3.3.2 Alimentación

Todos los animales recibieron la misma dieta formulada para cubrir los requerimientos nutricionales de acuerdo con el NRC (2007). El ofrecimiento del alimento fue a las 08:00 a.m., el alimento suministrado y rechazado fue pesado y registrado diariamente.

Cuadro 4. Ingredientes y composición química de la dieta.

INGREDIENTE	PORCENTAJE DE INCLUSION ¹
Maíz quebrado	22.88
Sorgo	22.88
Soya	17.29
Melaza	4.56
Alfalfa	17.35
Sebo	0.99
Minerales	2.48
Composición química de la dieta	
Materia seca	91.31
Proteína cruda	17.89
FAD ²	7.45
FND ³	11.93
ENm ⁴	1.93
ENg ⁴	1.20
EM ⁴	2.83

¹Porcentaje en base seca, ²Fibra Acido Detergente, ³Fibra Neutro Detergente. ⁴Expresado en Mcal/Kg.

3.3.3 Tratamientos (6 días)

Antes de ofrecer el alimento, a las 7.30 h, se administró un nivel diferente de semilla de *Hura crepitans* a cada animal vía oral en dosis única de la siguiente manera: tratamiento 1 (0.16 g/kg de P.V.), tratamiento 2 (0.5 g/kg de P.V.P.), tratamiento 3 (1 g/kg de P.V.), tratamiento 4 (2 g/kg de P.V.), tratamiento 5 (4 g/kg de P.V.) y tratamiento 6 (6 g/kg de P.V.).

3.3.4 Toma y manejo de muestras

Diariamente todos los corderos fueron pesados y se les tomaron muestras de heces y de sangre. El pesaje de los animales, así como la toma de las muestras biológicas se realizaron por la mañana (7:30 h) antes de la administración del alimento.

Heces

Se tomaron aproximadamente 20 g de heces directamente del recto, utilizando guantes. Las muestras de heces se depositaron en bolsas estériles de plástico y se mantuvieron en refrigeración de 4-5°C, hasta su traslado al Laboratorio de Parasitología de la UAMVZ-UAN para su análisis.

El análisis cualitativo se realizó mediante la técnica de flotación en azúcar (Técnica de Sheather). Para el análisis cuantitativo (ooquistes por gramo de heces) se utilizó la técnica de McMaster (Rodríguez, 2015).

Sangre

Se tomaron 3 ml de sangre por animal mediante venopunción yugular, previa desinfección de la zona, misma que se colocó en tubos con anticoagulante EDTA. Una vez utilizada la muestra para el conteo celular, se centrifugó el resto a 3000 rpm. El plasma obtenido se colocó en tubos ependorff de 1 ml, mismos que se congelaron a -20 °C hasta su análisis.

3.3.5 Constantes fisiológicas

Las constantes fisiológicas son parámetros utilizados para determinar el estado de salud o enfermedad de los ovinos. Frecuencia cardíaca: se registró la frecuencia cardíaca por auscultación directa utilizando un estetoscopio Littmann®. Frecuencia respiratoria: Se midió contando los movimientos de la pared torácica o abdominal. Temperatura: Se utilizó un termómetro digital de uso humano, la toma de temperatura se realizó vía rectal.

3.4 Experimento 2

El objetivo de este experimento fue determinar cuál de las dosis de *Hura crepitans* elegidas a partir del experimento anterior, presentaba mayor eliminación de ooquistes de coccidia en corderos, sin causar signos de intoxicación.

Se utilizaron 21 corderos para conformar 3 grupos de 7 animales cada uno. La duración del estudio fue de 21 días. Las concentraciones de *Hura crepitans* se definieron por los resultados y las observaciones obtenidas en el experimento anterior, las cuales fueron de 4 g/kg de PV, 6 g/kg de PV y un grupo control. Además, se midió el consumo de alimento, peso inicial y peso final. La dieta utilizada fue la misma del experimento anterior (Cuadro 2).

3.5 Experimento 3

El objetivo de este experimento fue establecer una relación entre la degradabilidad de materia seca de la semilla de *Hura crepitans* y la eliminación de ooquistes de coccidia.

3.5.1 Unidades experimentales.

Para la prueba de degradabilidad *in situ* se utilizaron dos ovinos machos de la raza Pelibuey, dotados con cánulas fijas (Bar Diamond®) en el rumen de aproximadamente 40 Kg de peso. La dieta fue la misma que se ofreció en los experimentos anteriores (Cuadro 2). El periodo tuvo una duración de 21 días, de los cuales 14 fueron de adaptación a las dietas y 7 de recolección de muestras biológicas.

3.5.2 Degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS).

Se determinó mediante la técnica de la bolsa de nylon (Orskov, 1980) Las muestras de semilla se incubaron en el rumen durante 0, 3, 6, 9, 24, 30, 48, 56 y 72 horas para determinar la cinética de degradación. Se utilizaron bolsas de nylon con una porosidad promedio de 1,200 a 1,600 orificios por cm², con un tamaño de 12 x 8 cm

(Mertens, 1977) y 5 g de muestra. Después de ser retiradas las bolsas del rumen, se lavaron cinco veces, hasta obtener un líquido de enjuague claro y transparente, posteriormente se secaron a 65 °C durante 48 horas. Para el cálculo y la interpretación de resultados de la desaparición del material del rumen, se utilizó un modelo exponencial (Orskov, 1980) $p = a + b(1 - e^{-ct})$ a través del programa Neway.

Dónde:

p = Digestibilidad acumulativa del componente nutritivo (%) al tiempo t.

a = Degradabilidad inicial o porción soluble.

b = Fracción potencialmente degradable por acción de la fermentación.

c = Tasa de digestión por acción fermentativa.

t = Tiempo de incubación.

e = Base de los logaritmos naturales.

3.6 Análisis estadístico

Para los datos de los experimentos 1 y 3, se realizó únicamente un análisis descriptivo para cada una de las variables en estudio., Los datos obtenidos en el experimento 2 se analizaron con un Modelo Lineal General (GLM) para muestras repetidas en un diseño de bloques completos al azar; además se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias entre los grupos. En la totalidad de los análisis se consideró una $P \leq 0.05$ como indicador de diferencia estadística significativa. Todo ello se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SPSS versión 20.0. (IBM, 2011).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

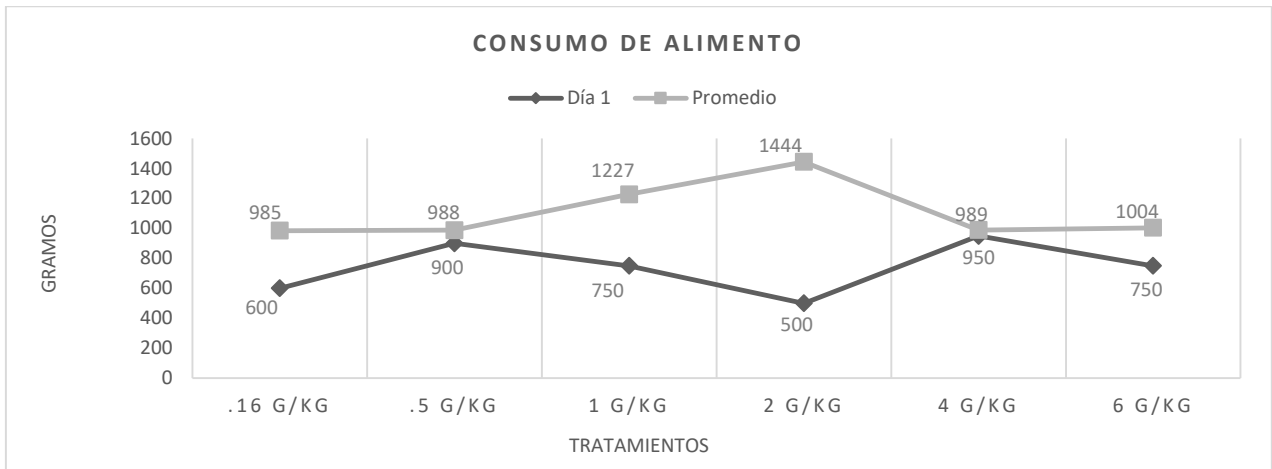
4.1 Experimento 1

4.1.1 Constantes fisiológicas.

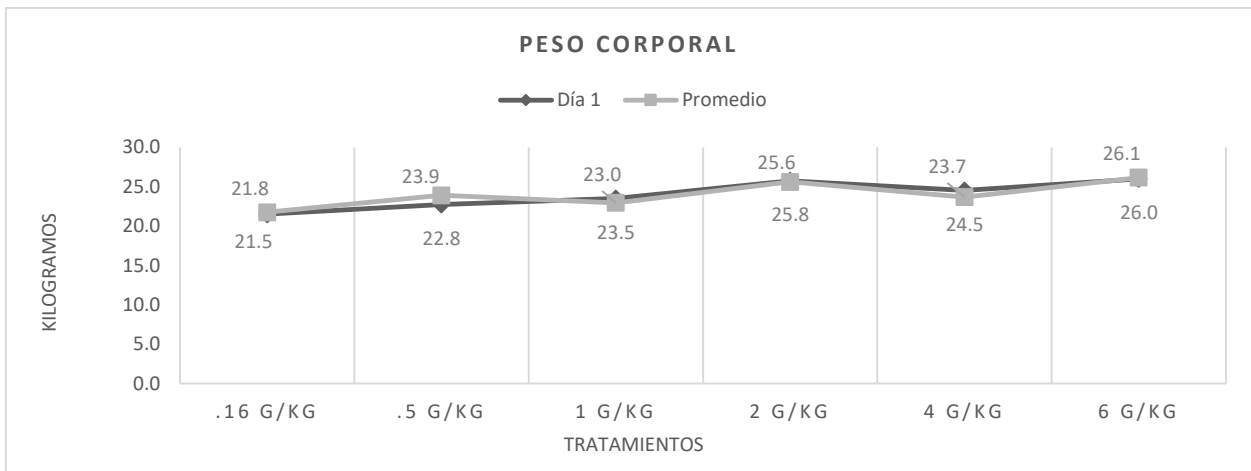
Los animales dejaron de consumir alimento por unas horas el día que recibieron las dosis de semilla, pero inmediatamente después continuaron con su alimentación, no existiendo diferencia en el consumo de alimento, el peso corporal tampoco se vio afectado (Gráficas 1 y 2). No existieron cambios en el peso corporal, temperatura corporal, ni en la frecuencia respiratoria (Gráficas 2, 3 y 5). Aunque los corderos 2, 3 y 4 tuvieron una frecuencia cardíaca inicial disminuida, comparada con los demás animales, éstas se estabilizaron en los siguientes días (Gráfica 4).

El hecho de revisar un animal produce en él estrés y como consecuencia, alterar la frecuencia cardíaca y respiratoria, También influye el estado fisiológico (celo, preñez o parto) en el que se encuentre el animal (Mendoza *et al.*, 2010). En el presente estudio no se observaron signos clínicos de intoxicación, como en el caso de dos bovinos hembra de raza Normando, las cuales presentaron anorexia, depresión y atonía ruminal por intoxicación con la planta *Lantana cámara* (Rivero *et al.*, 2011). Lo obtenidos se considera dentro de los rangos normales (Cuadro 2) por lo que podemos afirmar que los animales se encontraban en buen estado de salud.

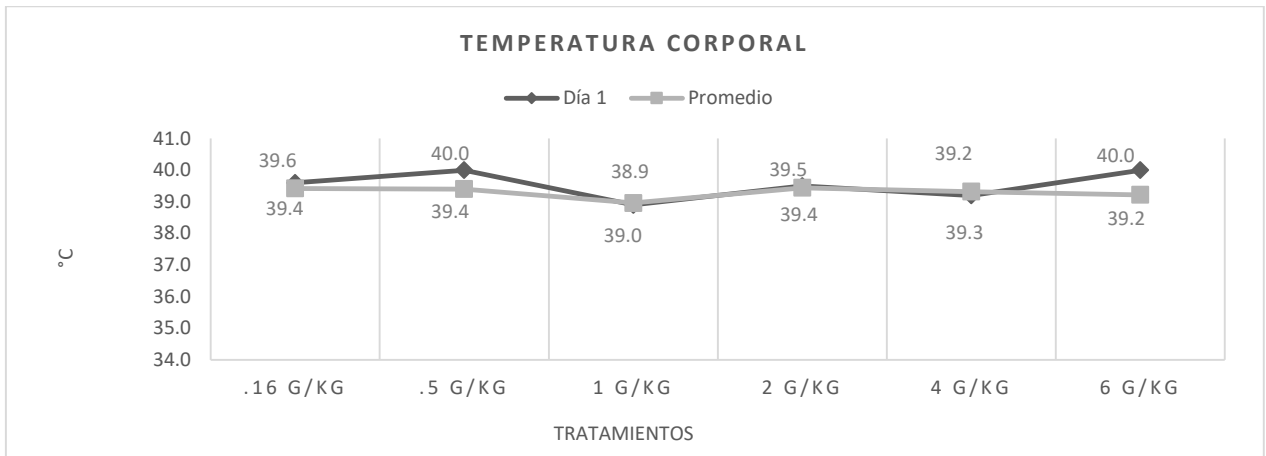
Grafica 1. Consumo de alimento de corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



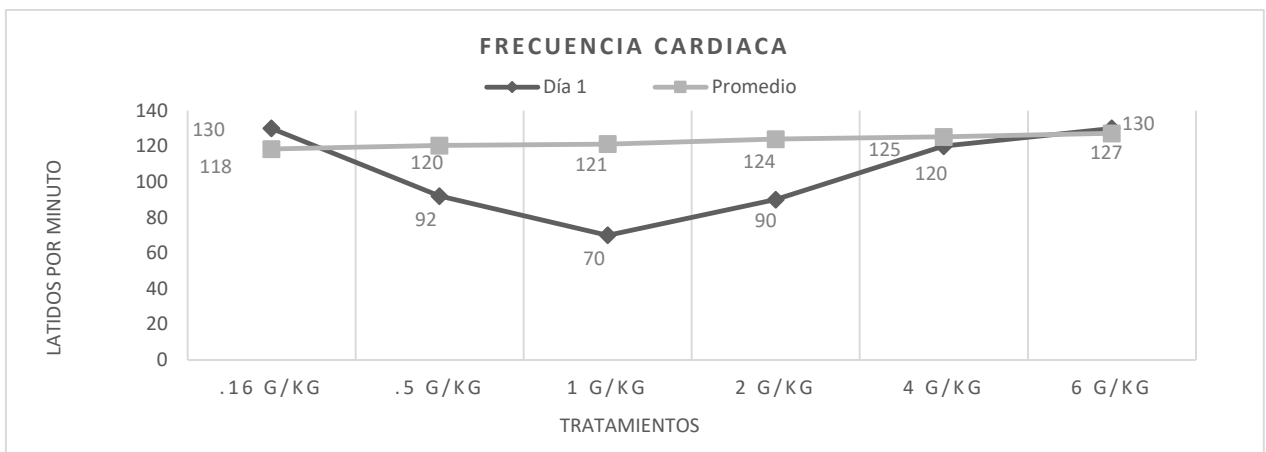
Grafica 2. Peso corporal de corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



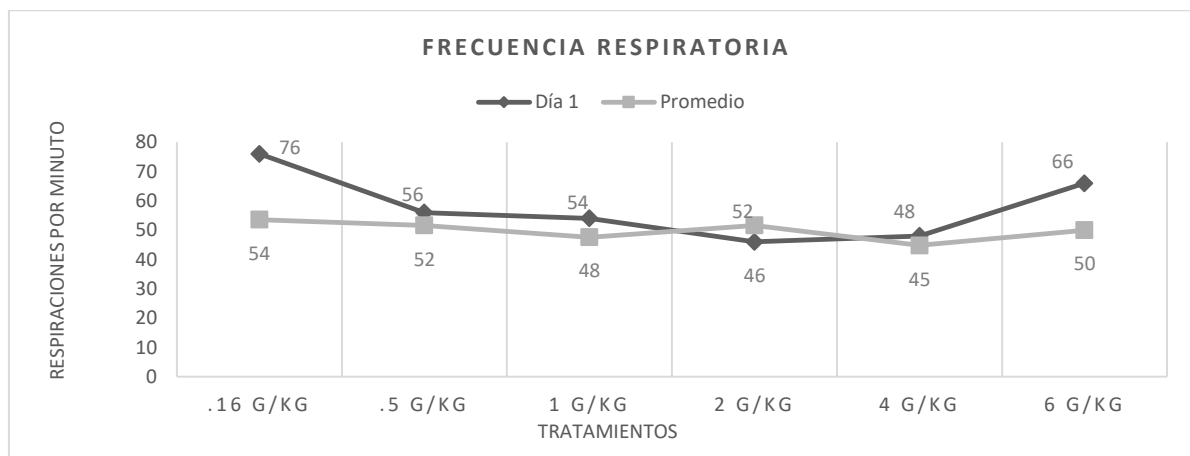
Grafica 3. Temperatura corporal de corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



Grafica 4. Frecuencia cardiaca de corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



Grafica 5. Frecuencia respiratoria de corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



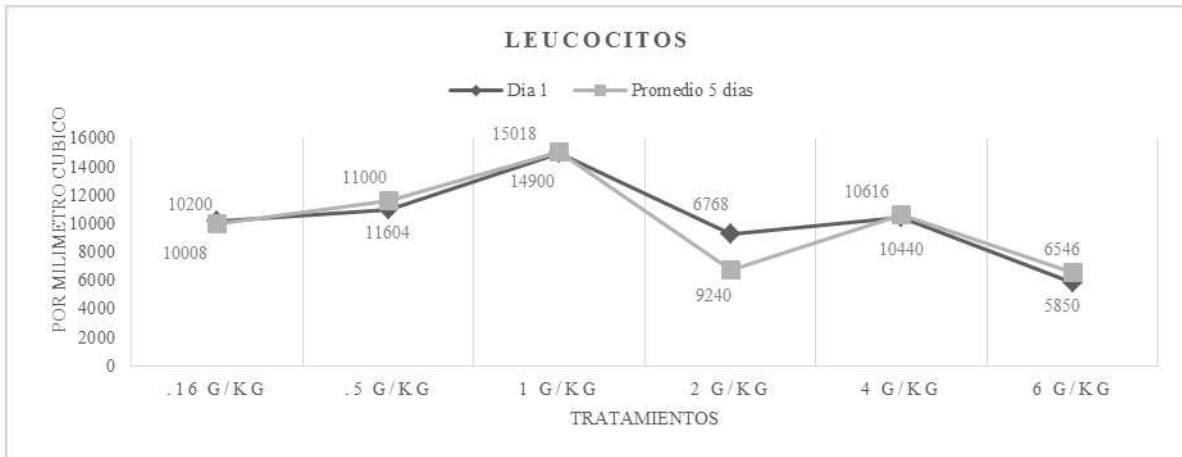
4.1.2 Biometría hemática.

En las gráficas 8, 9, 10, 11 y 12, podemos observar que los neutrófilos, neutrófilos segmentados, eritrocitos, hemoglobina y hematocrito se vieron ligeramente disminuidos. Por otro lado, los parámetros que no mostraron variaciones fueron, Leucocitos, VCM, CMHG y plaquetas (Graficas 6, 13, 14 y 15, respectivamente), únicamente los linfocitos se mostraron ligeramente incrementados (Grafica 7). No se determinó presencia de monocitos, eosinófilos, basófilos ni de neutrófilos en banda.

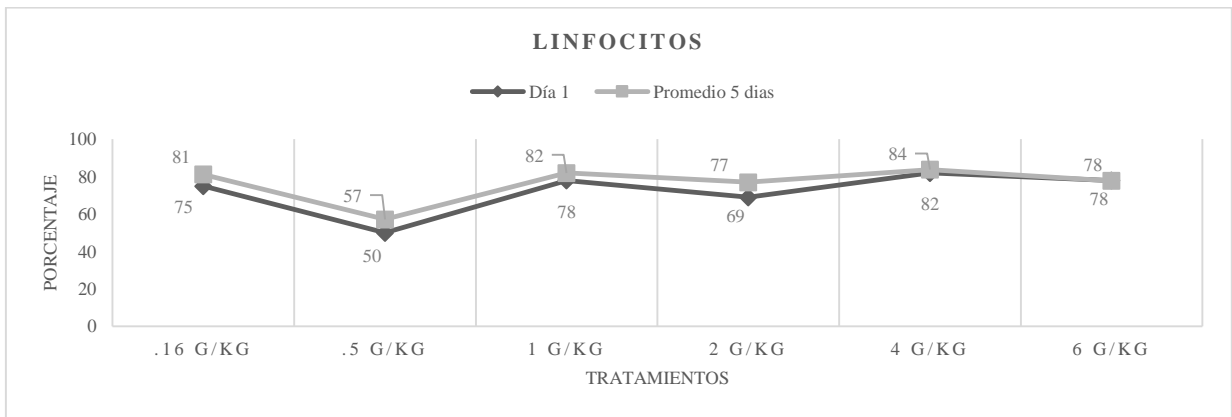
Contrario a lo que se observó en el caso de los ovinos intoxicados con pasto Mulato (*Brachiariaruziziensis-Brachiaria brizantha*) la biometría hemática arrojó valores normales a excepción de un animal que presentó anemia, y otros cinco mostraron ligera hemoconcentración, la serie blanca mostró valores normales de leucocitos totales en la mayoría de los animales y en algunos casos ligera leucocitosis y neutrofilia generalizada (Chong *et al.*, 2016).

Serie blanca.

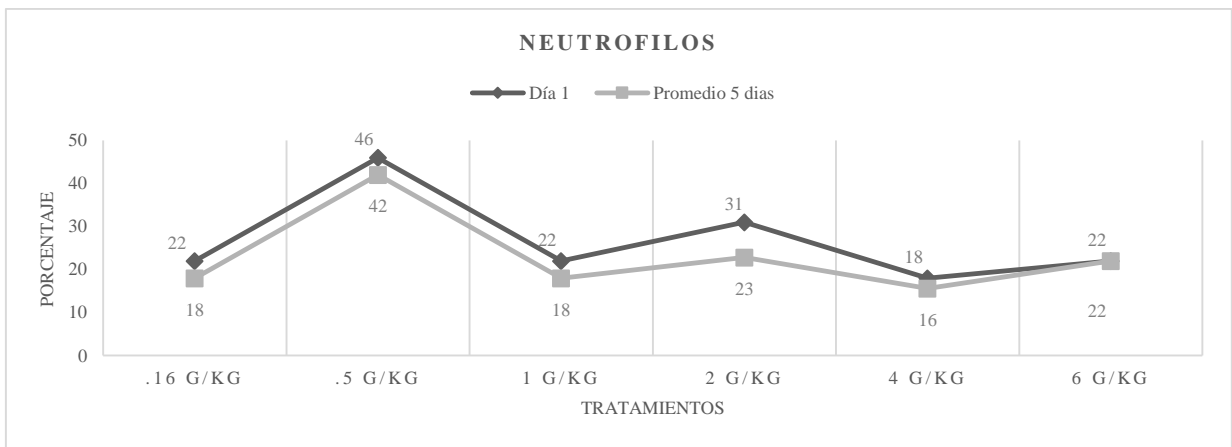
Gráfica 6. Leucocitos en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



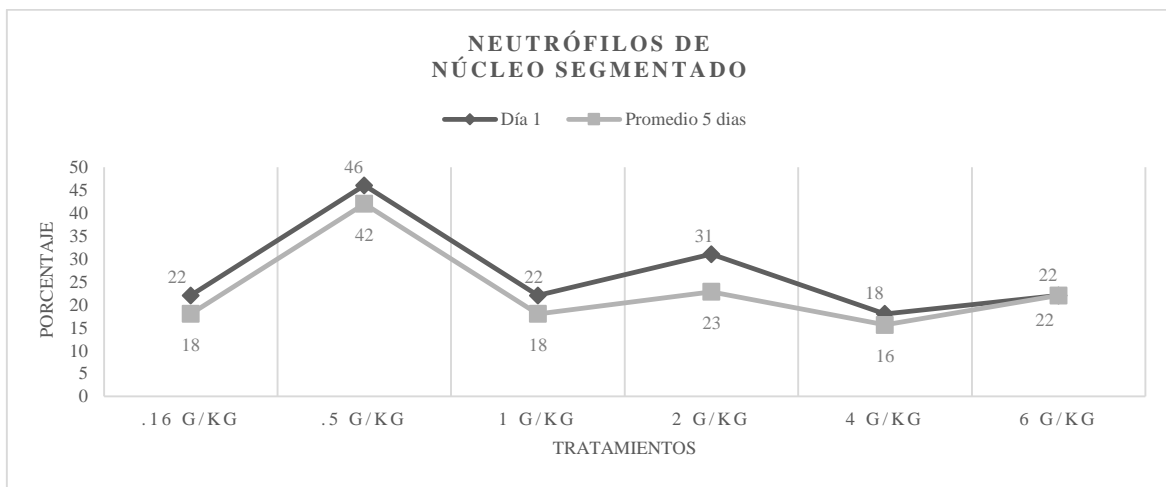
Gráfica 7. Linfocitos en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



Gráfica 8. Neutrófilos en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.

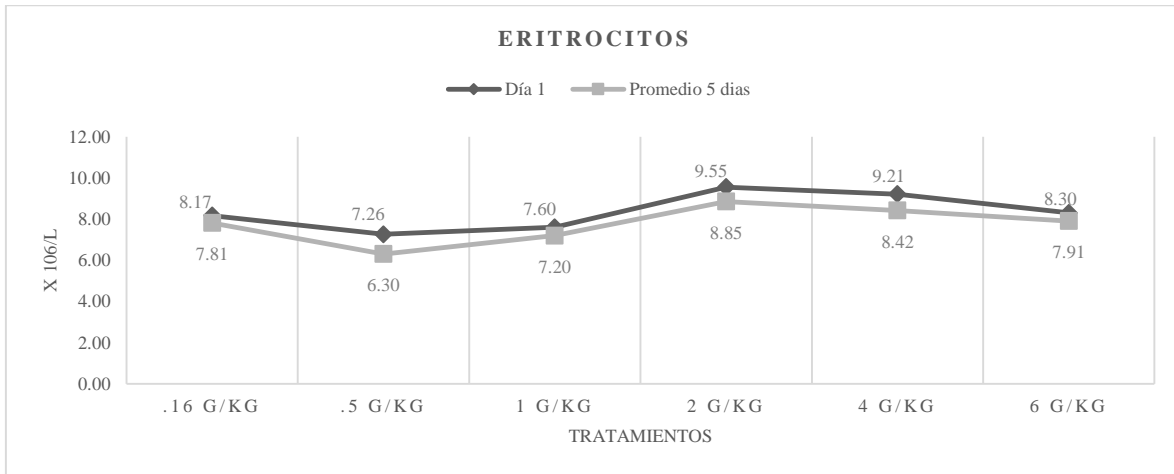


Gráfica 9. Neutrófilos de núcleo segmentado en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.

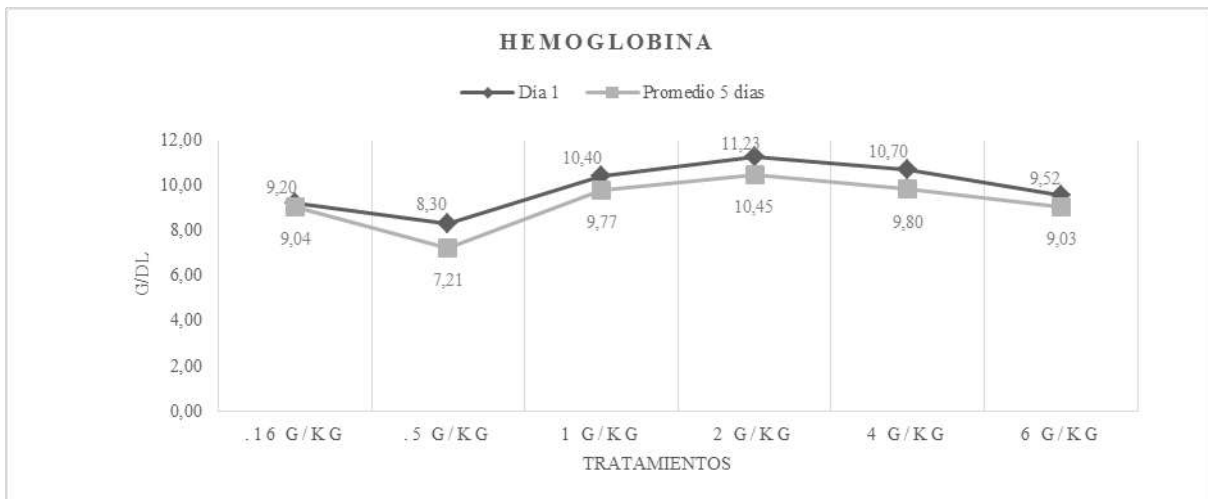


Serie roja y plaquetas.

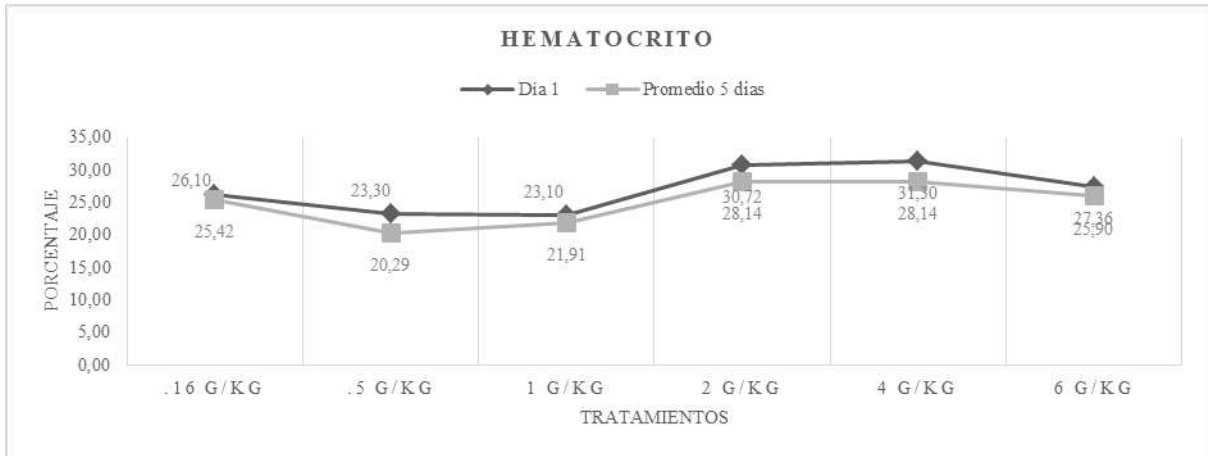
Gráfica 10. Eritrocitos en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



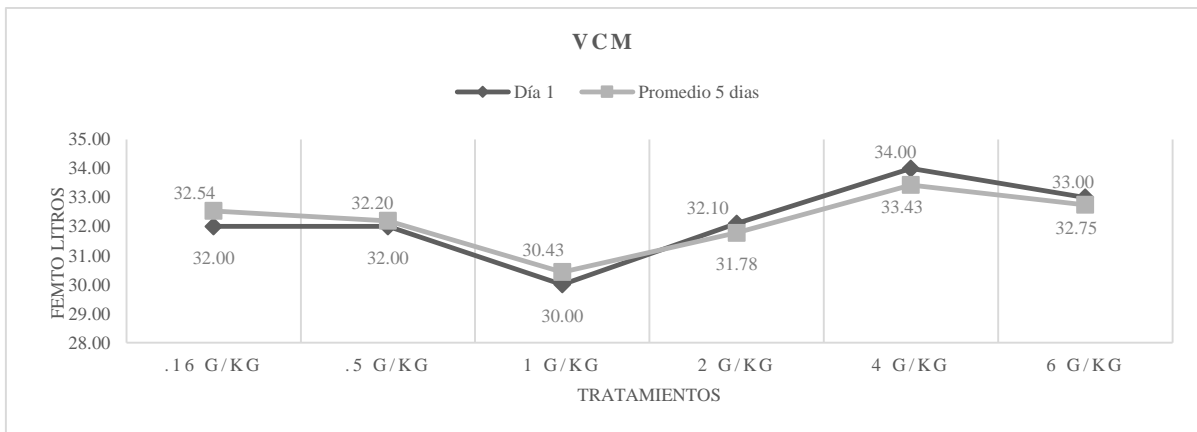
Gráfica 11. Hemoglobina en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



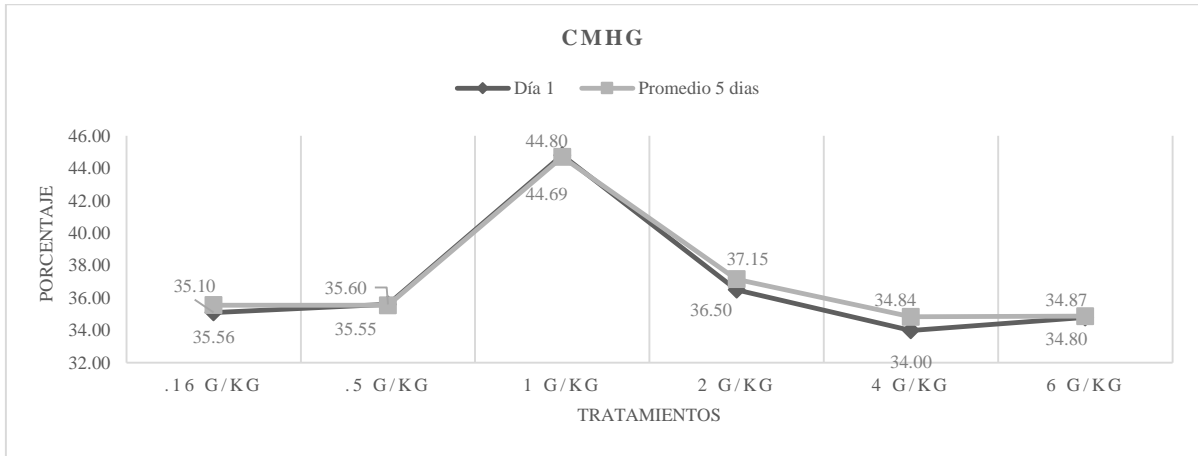
Gráfica 12. Hematocrito en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



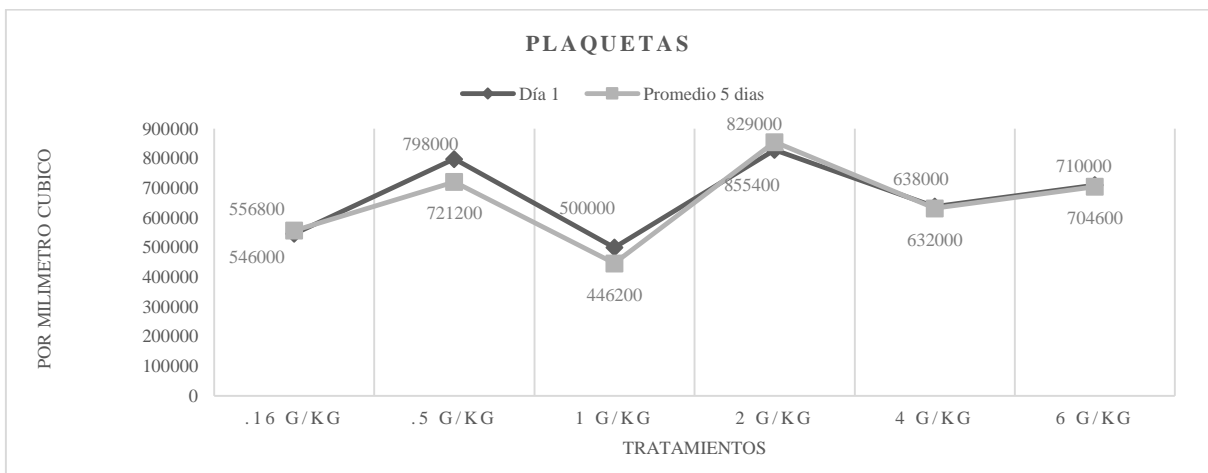
Gráfica 13. Volumen corpuscular medio en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



Gráfica 14. Concentración media de hemoglobina corpuscular en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



Gráfica 15. Plaquetas en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.

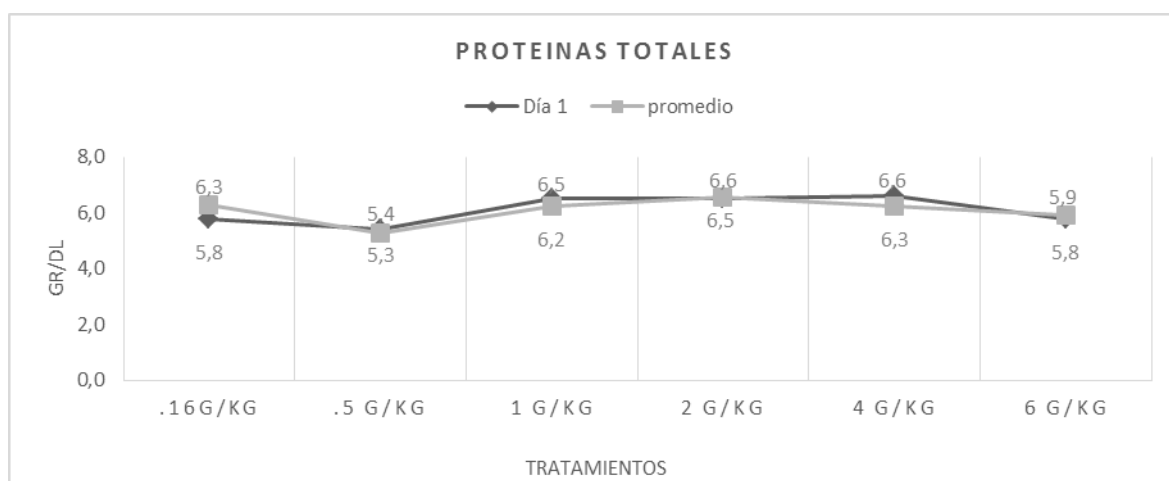


4.1.3 Bioquímica sanguínea.

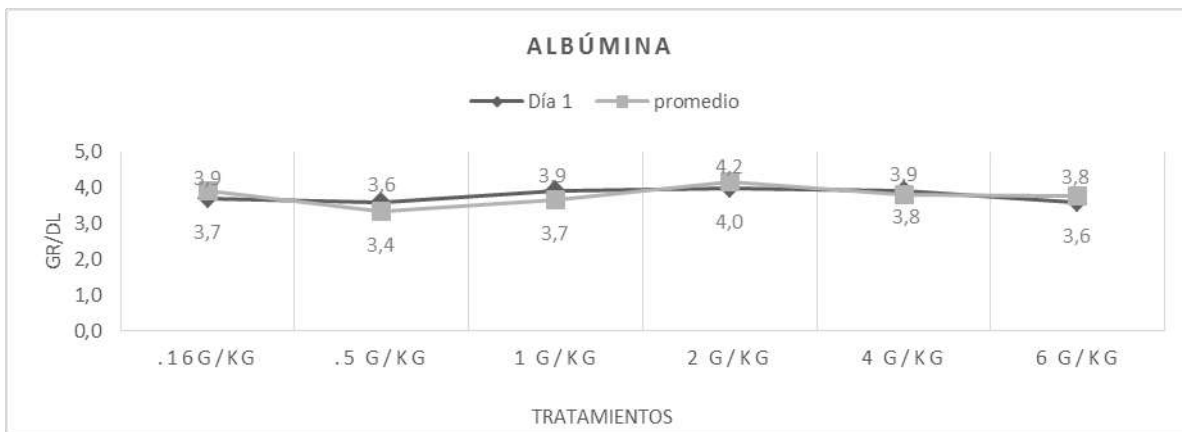
El perfil proteínico (PT, Albúmina, Globulinas y relación ALB/GLOB) no parece haberse modificado por la administración de *Hura crepitans* (Gráficas 16, 17, 18 y 19). En cuanto a las enzimas evaluadas, no existió diferencia entre los valores de FA y GGT (Gráficas 20 y 21), mientras que la LDH, TGO, TGP, parecen haber disminuido en las dosis más altas (4 y 6 mg/kg) (Gráficas 22, 23 y 24). Respecto a los metabolitos analizados la creatinina parece no haberse modificado (Gráfica 25), mientras que la urea manifestó un ligero incremento en todos los tratamientos (Gráfica 26). Caso curioso el de la glucosa, la cual parece haberse disminuido en los cuatro tratamientos más bajos, mientras que en los dos tratamientos más altos no presentó variación (Gráfica 27).

Comparando el presente estudio con un caso en donde el 73% de las ovejas intoxicadas por la ingestión de plantas de *Astragalus pehuenches* murieron, los valores séricos de proteína y albúmina se encontraron elevados, y los valores de glucosa y urobilinogeno fueron normales (Robles, *et al.*, 2000), podemos decir que las corderas dosificadas con *Hura crepitans* presentaron valores dentro de los rangos normales en dichas variables.

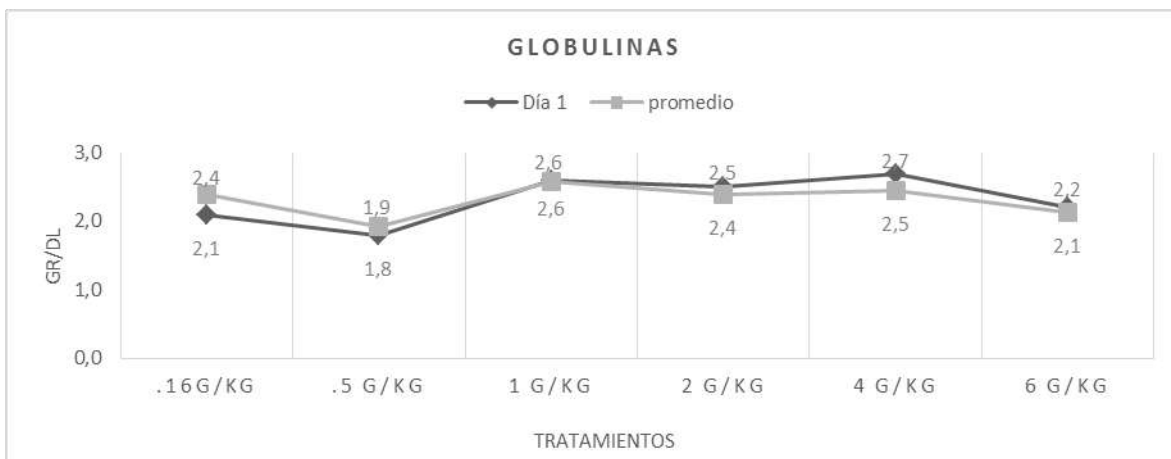
Gráfica 16. Proteínas totales en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



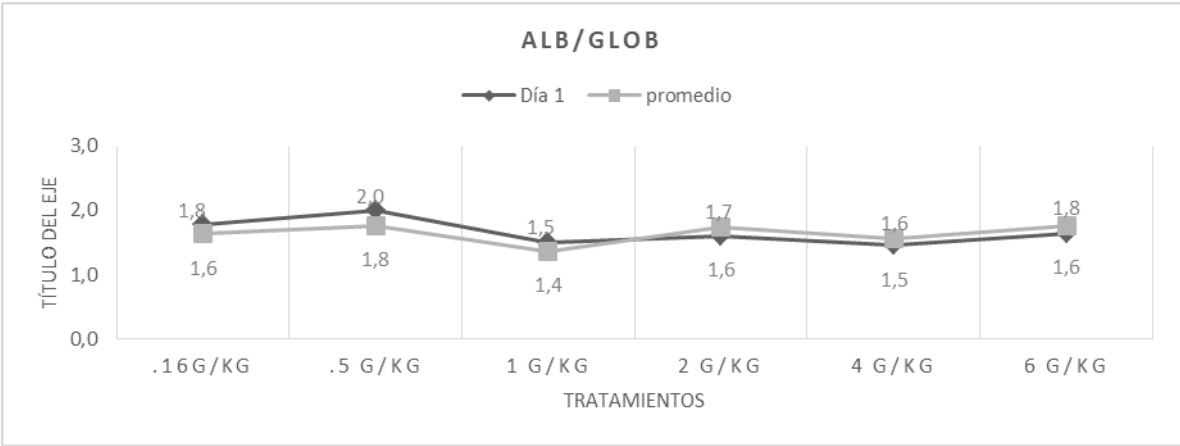
Gráfica 17. Albúmina en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



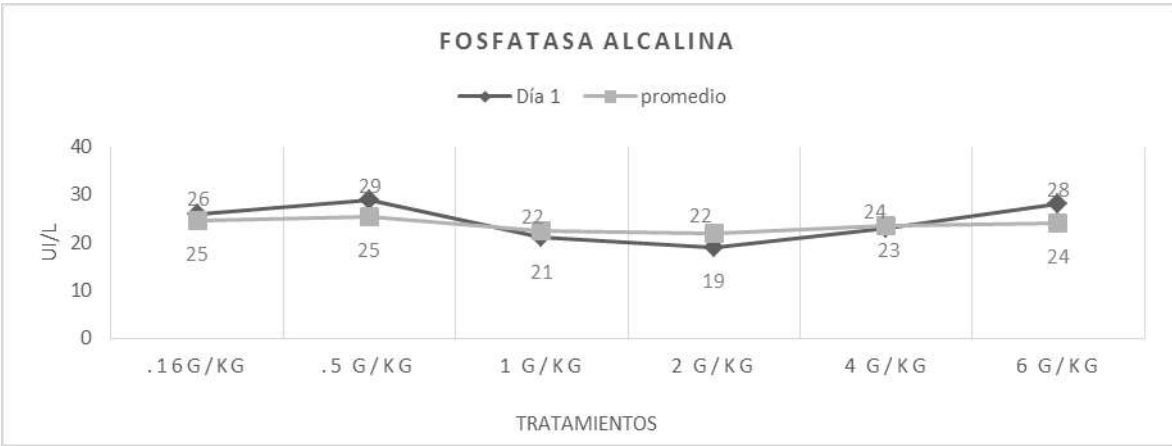
Gráfica 18. Globulinas en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



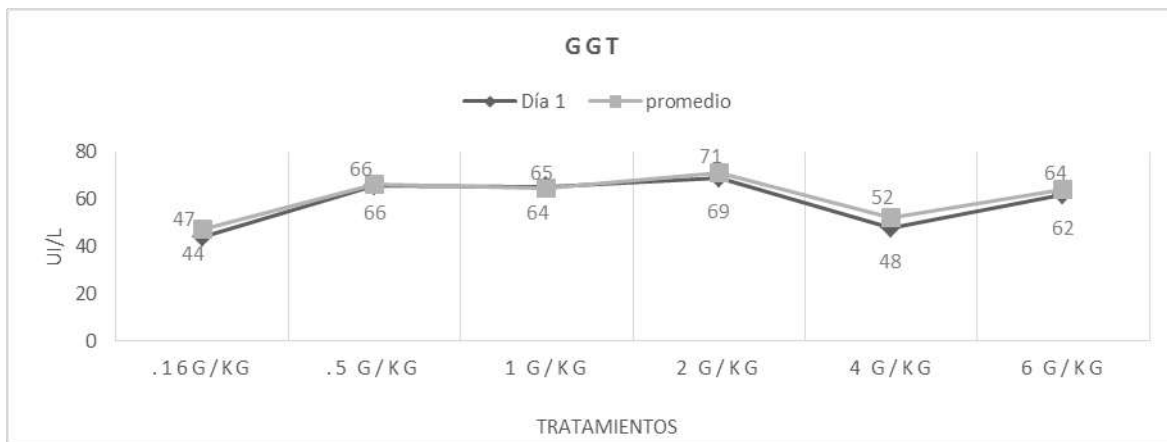
Gráfica 19. Relación albumina/globulina en sangre de corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



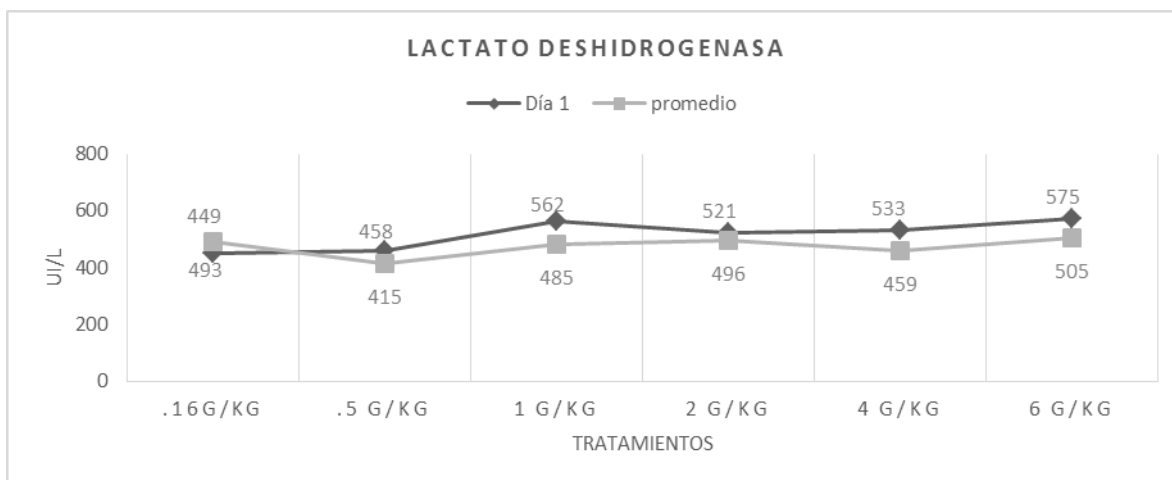
Gráfica 20. Fosfatasa alcalina en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



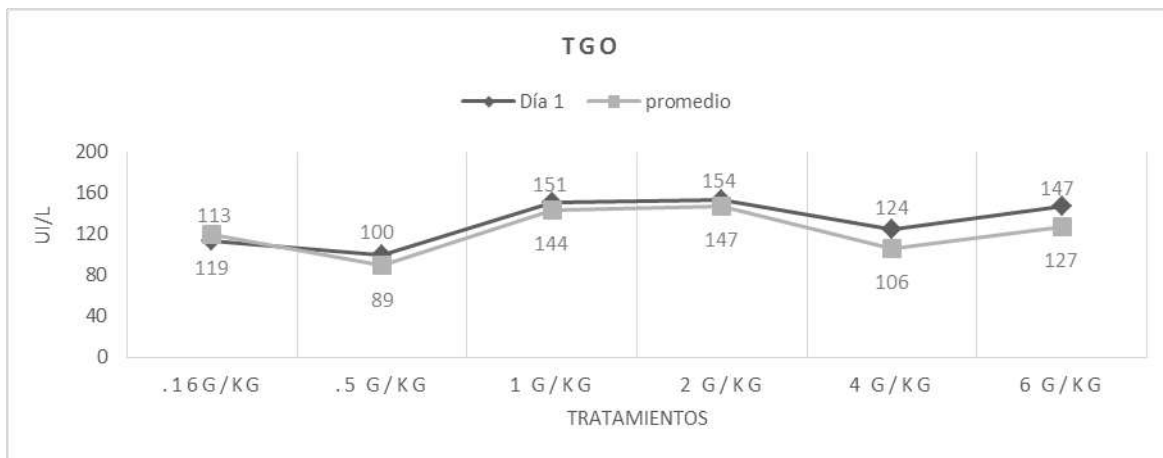
Gráfica 21. Gamma glutamil transpeptidasa en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



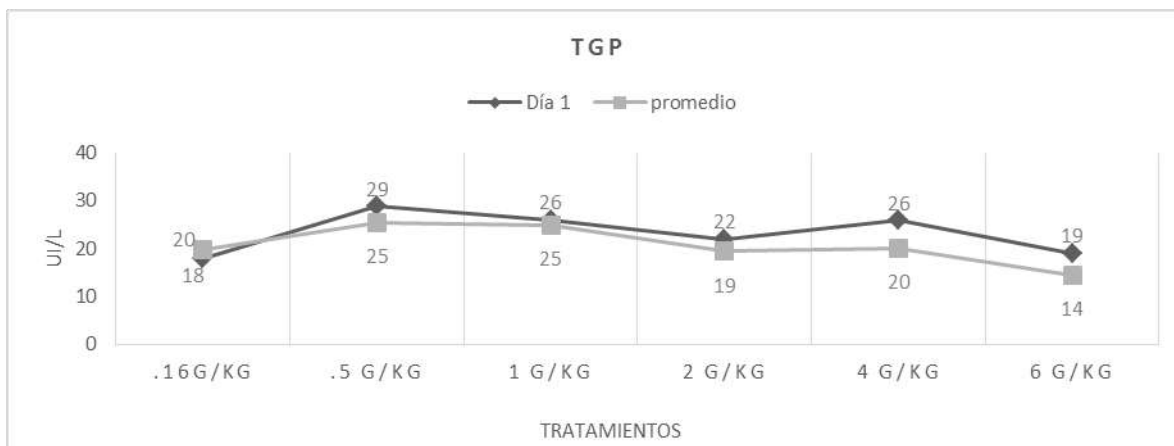
Gráfica 22. Lactato deshidrogenasa en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



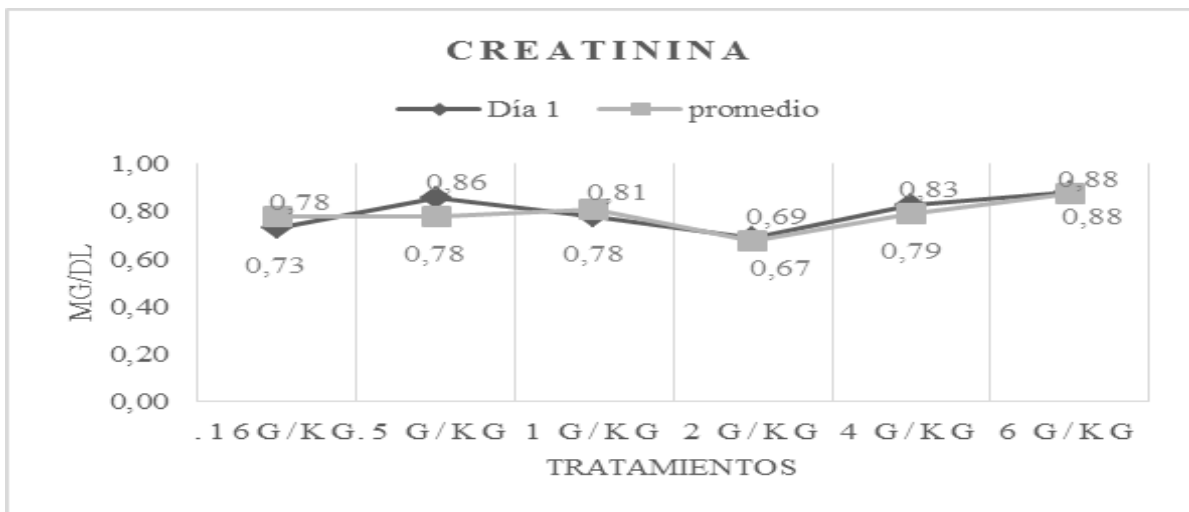
Gráfica 23. Transaminasa glutámico oxalacética en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



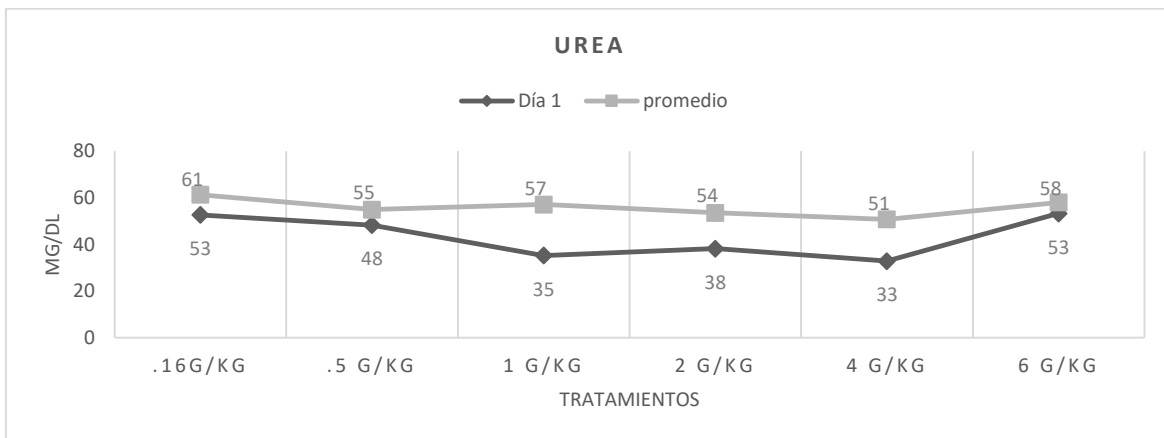
Gráfica 24. Alanina-aminotransferasa en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



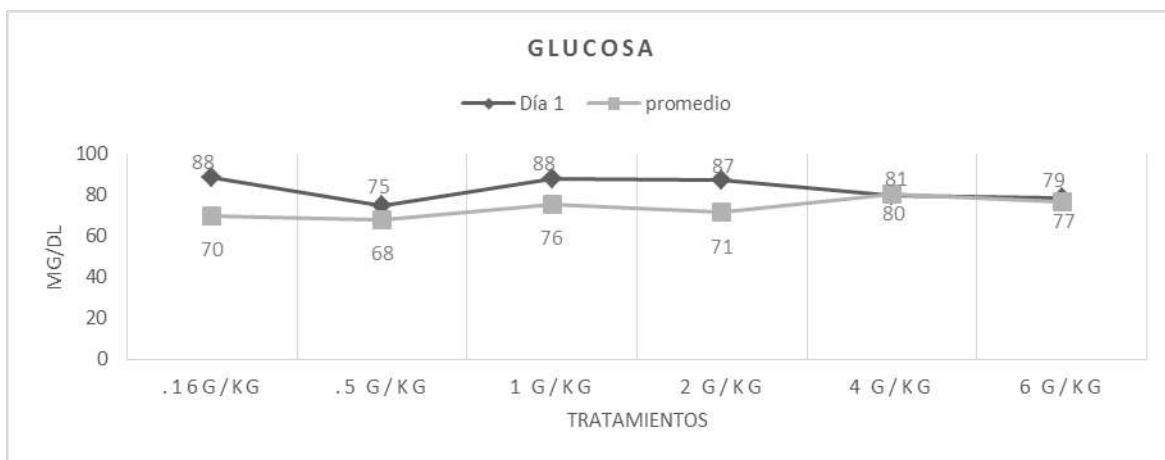
Gráfica 25. Creatinina en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



Gráfica 26. Urea en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



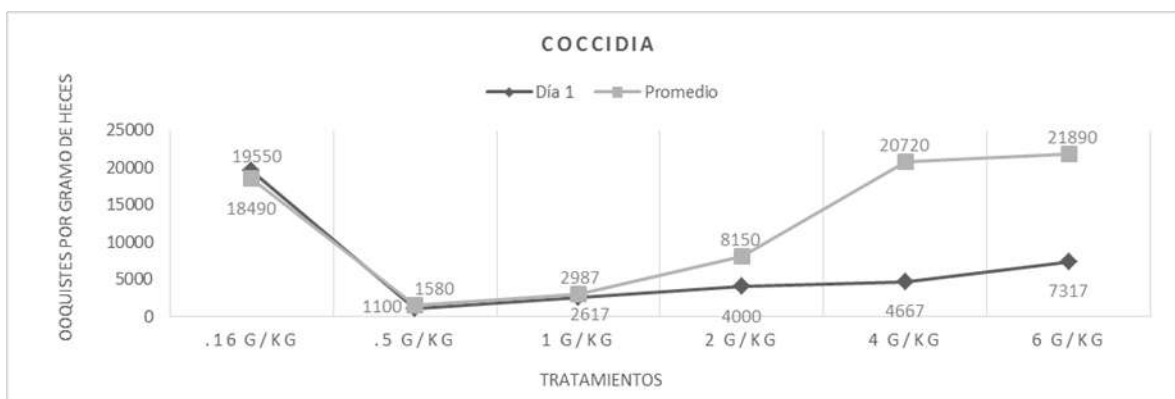
Gráfica 27. Glucosa en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



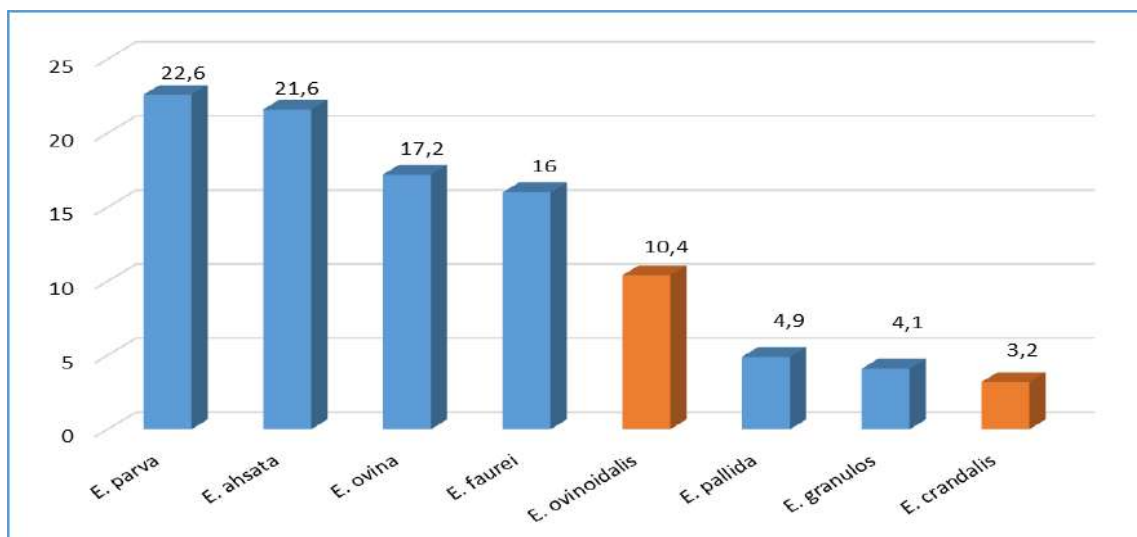
4.1.4 Análisis coprológico.

La mayor eliminación de ooquistes de *Eimeria*, se observó con las dosis más altas (Gráfica 28). Al utilizar *Hura crepitans* en esas dosis, se obtuvo una mayor carga de ooquistes eliminada comparada con la excreción obtenida (7900 OPG) utilizando *Curcuma longa* Linn en corderos cruce Suffolk (Cervantes, 2016).

Gráfica 28. Eliminación de coccidia en corderas raza Pelibuey en tratamientos con *Hura crepitans*.



Gráfica 29. Especies de *Eimeria* identificadas en los ovinos de la UAMVZ de la UAN.



4.2 Experimento 2

4.2.1 Comportamiento parasitario

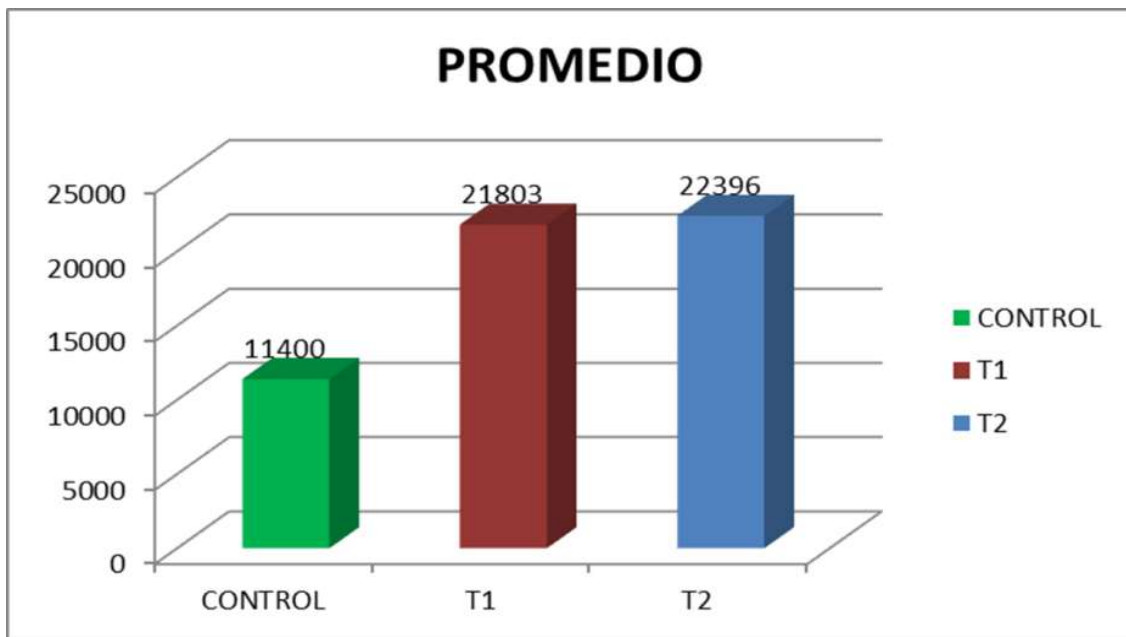
A las 4 horas posteriores a la administración de la semilla, los animales presentaron evacuaciones blandas intermitentes (tipo dos) siguiendo la clasificación de Burke *et al.* (2013), presentándose hasta un máximo de 3 evacuaciones dentro de un periodo de 5 horas. Este efecto puede ser atribuido al látex que se encuentra distribuido por toda la planta (corteza, hojas y semillas), en humanos la ingestión de la semilla puede provocar diarreas y otros efectos (López y Pérez, 2010).

El tratamiento control tuvo una menor eliminación de ooquistes de coccidia (11400 ± 6486), comparado con los tratamientos 1 (21803 ± 19131) y 2 (22396 ± 19067) los cuales recibieron semilla de javilla (*Hura crepitans*) en dosis de 4 y 6 g por kg de PV respectivamente; así mismo, estos últimos no mostraron diferencia estadística significativa entre sí ($P > 0.05$) (Gráfica 32).

La mayor eliminación de ooquistes (en los grupos tratados) reflejada en los días posteriores a la administración de la semilla, puede deberse al arrastre de coccidia en heces blandas las cuales se presentaron solo el día que se administró la dosis de *Hura crepitans*. Por otra parte, la eliminación de ooquistes puede ser explicado por la composición de la semilla, por ejemplo, el látex, uno de sus componentes más abundantes.

El látex es una emulsión con una diversa composición y diferentes roles, como mecanismo de defensa mediante repelente de insectos, controlando el crecimiento de fitopatógenos microbianos y produciendo efectos tóxicos en herbívoros (Spanó *et al.*, 2015). Este compuesto se ha utilizado en ovinos como antiparasitario, con efecto sobre parásitos como *Haemonchus contortus* y *Strongyloides venezuelensis* (Carvalho *et al.*, 2012). Existen estudios que proponen que las plantas que contienen taninos, sustancia que probablemente se encuentra en la semilla de javilla, se pueden utilizar como método de control de parásitos intestinales (Novelo *et al.*, 2014).

Gráfica 30. Eliminación de ooquistes de coccidia por tratamiento.

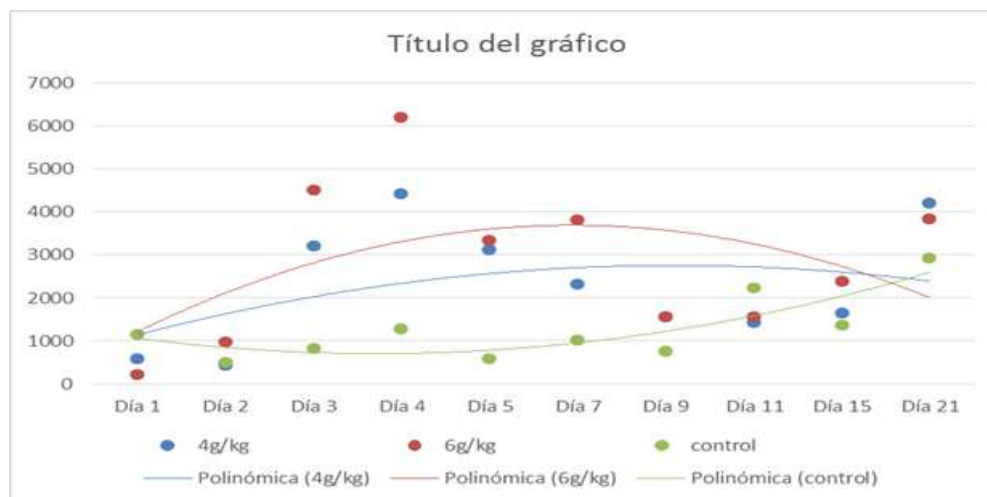


Carga expresada en ooquistes por gramo de heces.

Aunque no existió diferencia ($P < 0.05$) entre los tratamientos T1 y T2, la eliminación de ooquistes de coccidia fue mayor en el T2, mismo que recibió la dosis más alta de semilla (Gráfica 30).

Por otro lado, los animales que recibieron la semilla eliminaron el mayor número de ooquistes entre los días 5 y 7 posteriores a la administración de la dosis, sin embargo el número de ooquistes en heces disminuyó paulatinamente hasta el muestreo final (día 21) (Gráfica 31). Lo anterior puede ser explicado por el ciclo del parásito (21 días) y que probablemente debido a la duración del mismo, no se pudieron realizar las etapas de reproducción y por consecuencia la formación de ooquistes.

Gráfica 31. Tendencia de eliminación de ooquistes de coccidia por tratamiento.



4.2.2 Comportamiento productivo

En las variables de consumo de alimento diario (CAD), ganancia de peso total (GPT), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA), no se observaron diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) (Cuadro 5).

La ganancia de peso observada en el presente (168 g/día/cordera) es ligeramente menor a las reportadas por Pascual *et al.*, (2009) y Macedo y Arredondo (2008) quienes utilizaron borregas Pelibuey alimentadas con dietas integrales, las cuales registraron ganancias de 192 y 186 g/día/cordera, respectivamente. Las diferencias entre los experimentos se deben a la duración de los mismos, edad de los ovinos, (Pascual *et al.*, 2009) aditivos en la dieta como los ionóforos y contenido de proteína de las dietas. En contraste Bustamante (2002) encontró ganancias inferiores (132 g/día/cordera).

La falta de diferencias significativas en la ganancia de peso pudo deberse a la duración del trabajo. Chávez *et al.*, (2005), con periodo de estudio de 60 días, obtuvo una mayor ganancia de peso total en los animales en los que se disminuyó la carga de ooquistes de coccidia. Por otra parte, Yokoyama y Johnson, (1988) atestiguan que la carencia de protozoarios no afecta a los animales de forma adversa y que su

rendimiento puede mejorar bajo ciertas condiciones dietéticas, por ejemplo dietas ricas en energía.

La ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia son similares a las observadas por Macías *et al.*, (2010) quienes reportaron valores de 170 g/d, 1.2 kg/d y 7.3 kg/kg respectivamente, cuando utilizaron hembras Pelibuey, Pelibuey x Katahdin y Pelibuey x Dorper. Con dietas con un contenido de PC y EM de 19.6% y 2.6% Mcal/kg durante la iniciación y 16.4% y 2.7% Mcal/kg en la finalización, respectivamente.

Por otra parte, la ganancia diaria de peso es superior a las reportadas por Partida *et al.*, (2009) 124, 158 y 159 g/d con hembras Pelibuey, Pelibuey x Suffolk y Pelibuey x Dorset, respectivamente. Sin embargo, el consumo de materia seca (1.03, 1.06 y 1.03 kg/d) y la conversión alimenticia (8.3, 6.7 y 6.5 kg/kg) fueron similares.

Las diferencias en el comportamiento entre los diferentes estudios pueden ser atribuidas a la composición de las dietas, las razas y duración del experimento. Los corderos derivados de la cruce de hembras Pelibuey y sementales Dorper o Katahdin presentan ganancias de peso mayores que los Pelibuey puros (Avendaño *et al.*, 2004).

Cuadro 5. Comportamiento productivo corderas Pelibuey con diferentes dosis de semilla de *Hura crepitans*.

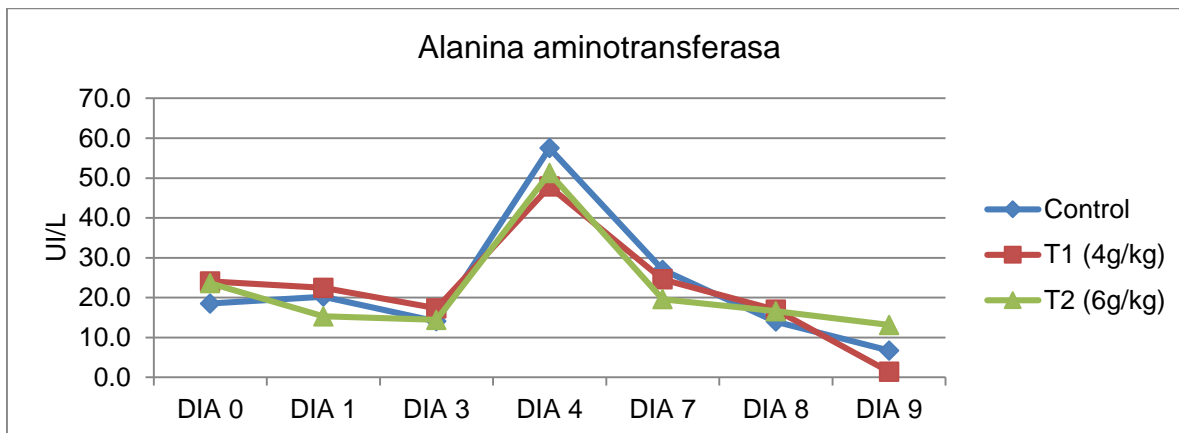
Variable	Tratamiento	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	P
CAD (g)	Control	1131.46	143.33	692.19	1338.00	.088
	T1	1089.08	205.29	276.52	1427.20	
	T2	1102.95	215.73	103.47	1561.00	
GPT (g)	Control	3.67	.7889112	2.80	4.80	.893
	T1	3.42	.9340134	1.50	4.40	
	T2	3.50	1.16	2.00	4.80	
GDP (g)	Control	.175	.037783	.133	.229	.894
	T1	.163	.044660	.071	.210	
	T2	.167	.055772	.095	.229	
CA (g)	Control	6876	1553.84	4308.36	9218.82	.898
	T1	7571	4004.30	5149.56	16553.14	
	T2	7168	2299.36	4801.99	10359.68	

CAD = consumo de alimento diario, GPT = ganancia de peso total. GDP = ganancia diaria de peso. CA= Conversión alimenticia.

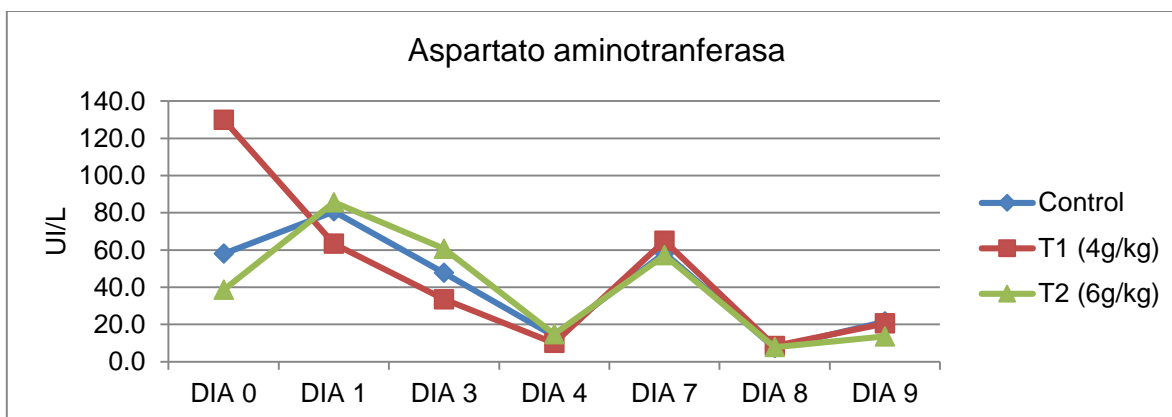
4.2.3 Metabolitos en plasma

Los resultados de ALT en plasma están dentro de los rangos normales (Cuadro 3), excluyendo el día 4 en el cual los valores se muestran aumentados (Grafica 32). Los aumentos de la ALT pueden atribuirse a lesiones hepáticas, principalmente, sin embargo, se tiene que complementar con los valores de AST; sin embargo esta última no presentó un aumento (Idme, 2015; Kahn, 2007) el día 4 (Grafica 33), por lo que se descarta daño hepático, ya que se espera una correlación en la actividad de ambas enzimas teniendo en cuenta sus funciones metabólicas (conversión mutua para el metabolismo de azúcar, proteínas y grasas) la mayor concentración de estas transaminasas es en el hígado, un reflejo de su actividad en la sangre es el principal indicador para el estado de este (Hrkovic-Porobija *et al.*, 2017).

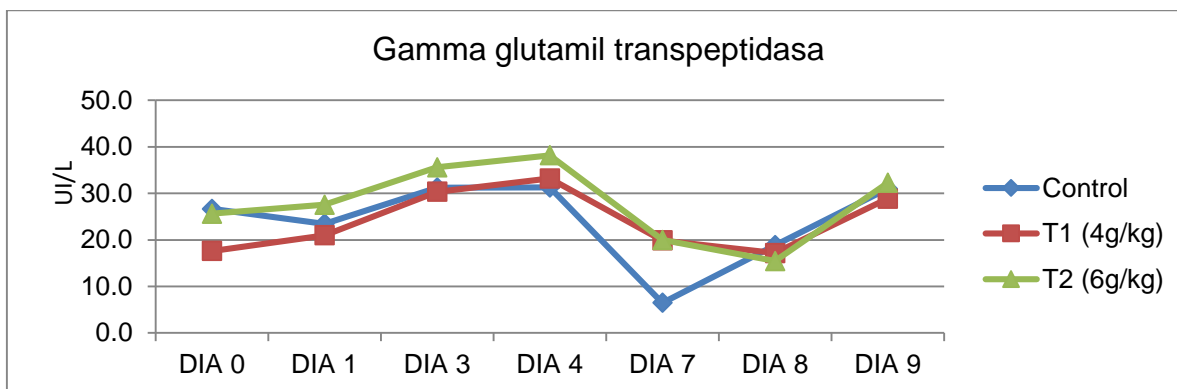
Gráfica 32. Alanina aminotransferasa (ALT) en plasma sanguíneo de corderas Pelibuey (UI/L).



Gráfica 33. Aspartato aminotransferasa (AST) en plasma sanguíneo de corderas Pelibuey (UI/L).

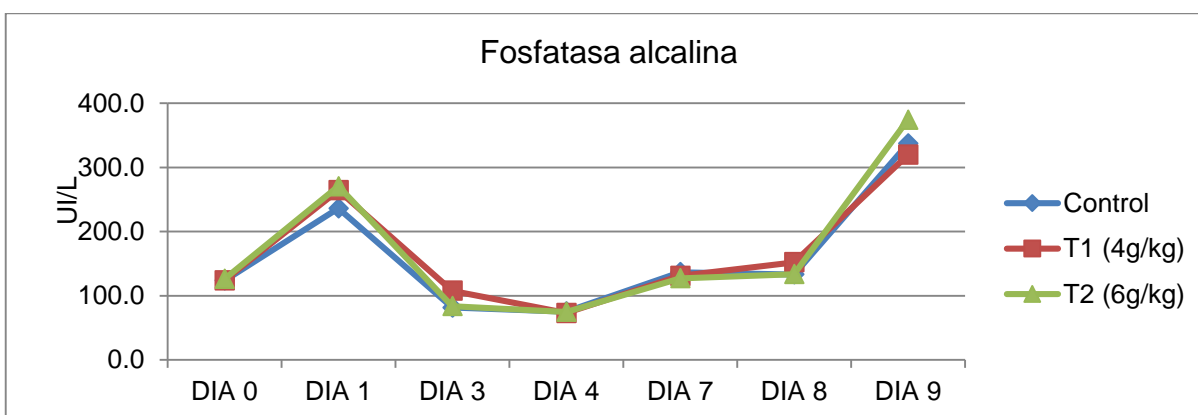


Gráfica 34. Gamma glutamil transpeptidasa (GGT) en plasma sanguíneo de corderas Pelibuey (UI/L).

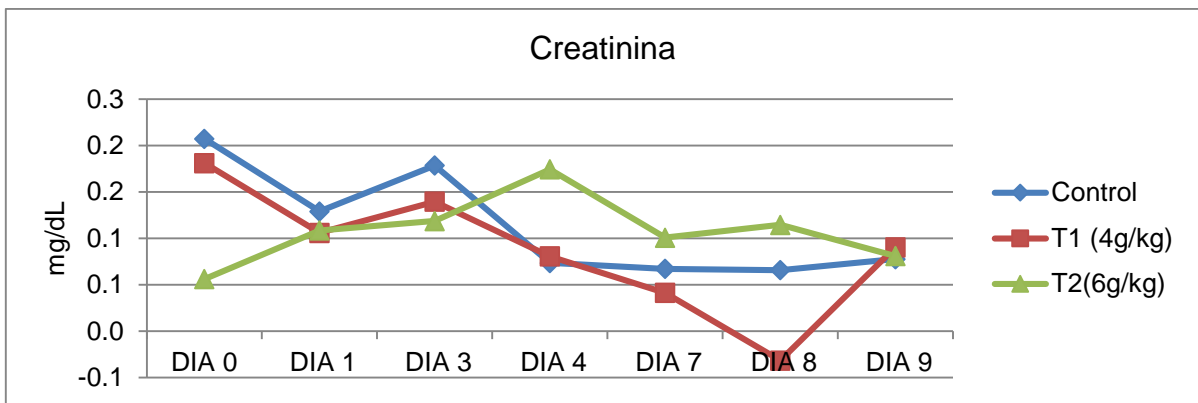


Los valores de la GGT se muestran dentro de los rangos normales (Idme, 2015) (Cuadro 3). Sin embargo, el día 7 se presentó una disminución de estos (Gráfica 34). La fluctuación en los valores de ALT, AST y GGT pueden indicar una intensificación de los procesos metabólicos o trastornos metabólicos (Hrkovic-Porobija *et al.*, 2017). Según Kaneko *et al.*, (2008) los resultados de fosfatasa alcalina obtenidos se encuentran dentro de los rangos normales (Cuadro 3) (Gráfica 35).

Gráfica 35. Fosfatasa alcalina (FA) en plasma sanguíneo de corderas Pelibuey (UI/L).

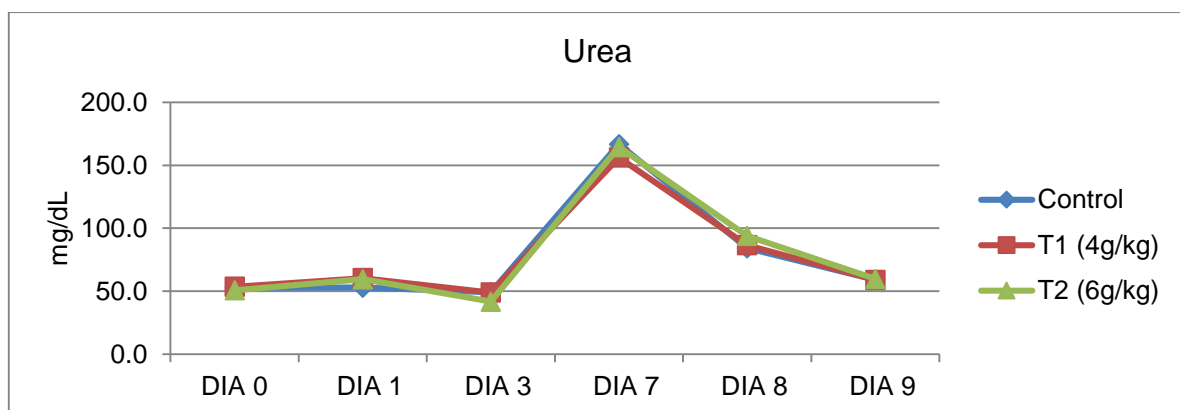


Gráfica 36. Creatinina en plasma sanguíneo de corderas Pelibuey (mg/dL).



Los valores de creatinina se mostraron disminuidos el día 8 comparado con los rangos normales (Gráfica 36). Las alteraciones plasmáticas de la creatinina se deben principalmente a alteraciones en la excreción, reflejando la función renal (Kerr, 2003). La creatinina sérica se relaciona a la edad. Gregory *et al.* (2004) observaron que animales jóvenes, de hasta 12 meses de edad, presentaron valores séricos menores que los adultos. Una elevación neta de la creatinina en suero indica grave daño orgánico o funcional. (González, 1992) sin embargo, para Benjamín (1984), una disminución de los niveles de creatinina en sangre no tiene importancia.

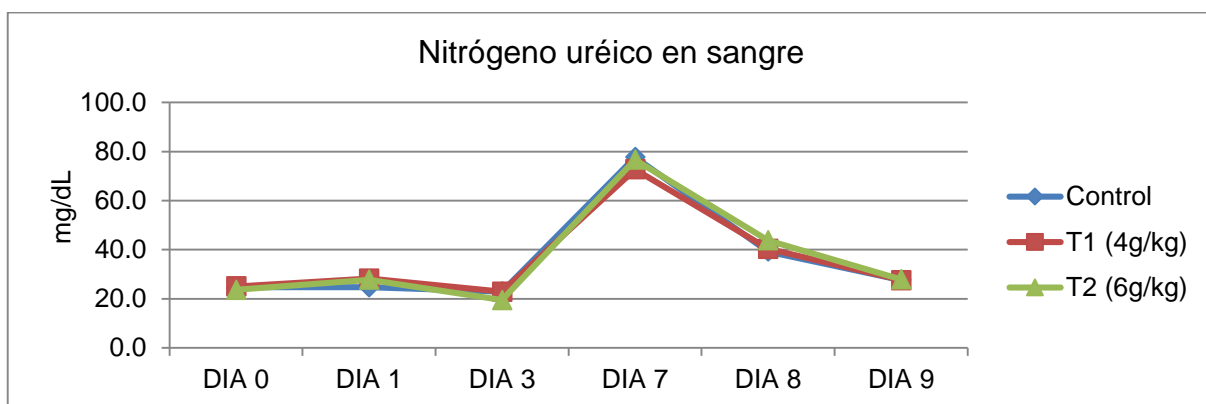
Gráfica 37. Urea en plasma sanguíneo de corderas Pelibuey (mg/dL).



Todos los valores estuvieron por encima (Gráfica 37) de los valores referenciales ya mencionados en el Cuadro 3. Los niveles de urea en sangre pueden verse

aumentados por factores como el contenido de nitrógeno no proteico en la dieta y el catabolismo tisular (aumentado en el ayuno prolongado) la cual podría ser una de las causas de niveles altos de urea en sangre ya que las muestras se tomaban en las mañanas antes de servir alimento, o por el contenido de proteína en la dieta el cual era elevado según los requerimientos del NRC del 1984 y del 2007 (Guerrero *et al.*, 2016).

Gráfica 38. Nitrógeno ureico en sangre (BUN) en plasma sanguíneo de corderas Pelibuey mg/dL.



Los valores de BUN en las corderas se presentaron elevados (Gráfica 38) en comparación con los rangos normales (Cuadro 3) La alimentación y el manejo pueden influenciar los niveles séricos de la urea en los rumiantes. Para Folman *et al.* (1981) el aumento de la ingestión de proteínas puede elevar las tasas sanguíneas de urea y por lo tanto las de BUN. En el 2004 Vasconcelos y asociados observaron en novillos alimentados con un 13% de proteína bruta en la dieta niveles de BUN de 4,98 mmol/l (29.3 mg/dl), mientras que los alimentados con 11.5% de proteína bruta presentaron valores de 4.34 mmol/l (25.5 mg/dl), y los alimentados con 10% de proteína bruta presentaron valores medios de 3.61 mmol/l (21.2 mg/dl).

Los signos clínicos en ovejas intoxicadas por *Ipomoea asarifolia* son temblores musculares, principalmente en cabeza y cuello y marcha incoordinada (Carvalho *et al.*, 2014). Mientras que las cabras intoxicadas por *Marsdenia megalantha* presentaron temblores, caídas, marcha rígida, ataxia, muerte repentina y espasmos

musculares (Geraldo *et al.*, 2013). Signos que no se observaron en las ovejas que recibieron las diferentes dosis de *Hura crepitans*.

4.3 Experimento 3

4.3.1 Composición química de la semilla

Las diferencias entre los resultados en la composición química de la semilla entre la reportada por Muhammed (2013) (Cuadro 1) y la observada en el presente puede deberse a las diferentes temporadas y sitio de recolección. Muhammed (2013) realizó la recolección entre los meses de noviembre y diciembre en Nigeria, mientras que la del presente se realizó en los meses de abril y mayo en Compostela Nayarit México. Dentro de los factores que pueden afectar la composición química de las plantas se encuentran, fecha en la que se realiza la cosecha y factores climáticos como precipitación, temperatura y radiación (Agnusdei, 2007).

Cuadro 6. Composición química de la semilla de javilla.

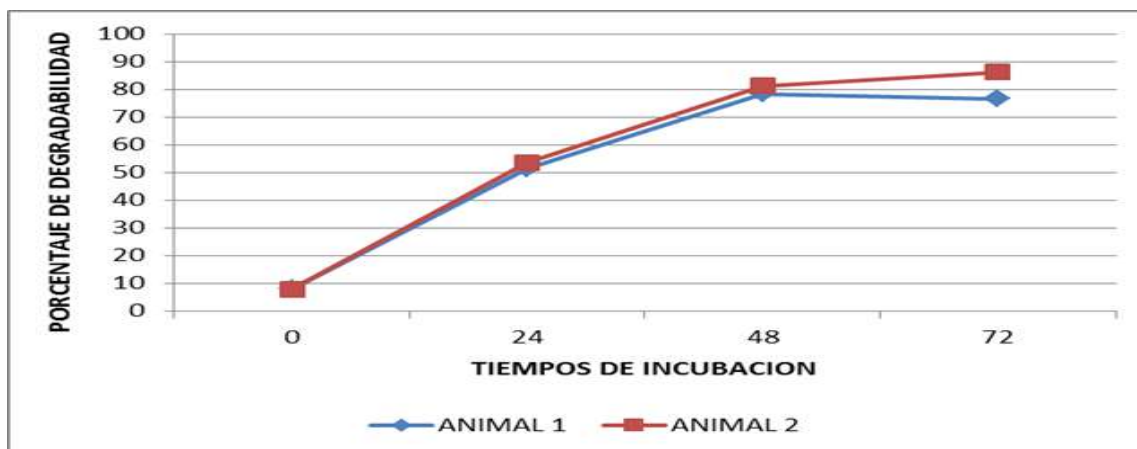
PARÁMETRO	PORCENTAJE
Humedad	6.81 ± 0.12
Proteína bruta	25.11 ± 0.82
Ceniza	4.14 ± 0.04
MS	93.17 ± 0.12
MO	89.03 ± 0.14
Nitrógeno	4.01 ± 0.13

MS= Materia seca; MO= Materia orgánica.

4.3.2 Degradabilidad de la semilla

Los resultados obtenidos de la degradabilidad de la semilla de *Hura crepitans* se observan en la Gráfica 39.

Gráfica 39. Porcentaje de degradabilidad de *Hura crepitans* a nivel ruminal.



Cuadro 7. Degradabilidad *in situ* de la semilla de *Hura crepitans*.

PARÁMETRO	PORCENTAJE
Fracción soluble	8.44
Fracción potencialmente digestible	91.56
Fracción indigestible	21.59
Potencial de degradación	99.9

El mayor porcentaje de degradabilidad de la semilla de *Hura crepitans* se presentó a las 24 horas (52.5%). Olivares *et al.*, (2013) observaron una disminución de la desaparición de la fracción soluble de MS cuando las tortas de semillas oleaginosas contenían altos niveles de FDN y de lignina. Como en el estudio realizado por Barrientos *et al.*, (2012) en donde reportan que la semilla de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd) contiene un porcentaje de 61.7 de FDN y una degradabilidad de 60.9%. Una desaparición alta de la fracción degradable en rumen es favorable porque representa un aumento de energía para los microorganismos ruminales (Chaves *et al.*, 2006). Por otra parte, se ha reportado que la presencia de cascara en la semilla afecta negativamente la degradación (Makkar *et al.*, 2008). La mayor parte de cascara de la semilla utilizada en el presente, fue retirada después de la molienda con la idea de aumentar el efecto desparasitante de la semilla.

5. CONCLUSIÓN

La dosis de 4 g de semilla de *Hura crepitans* por kilogramo de peso vivo de los borregos favorece la eliminación de ooquistes de coccidia sin afectar la salud y ni el comportamiento productivo de los animales. Se recomienda continuar con la investigación de la semilla para conocer los componentes antiparasitarios y su efecto bajo diferentes condiciones como duración, edad y tiempos de aplicación.

6. LITERATURA CITADA

1. Agnusedéi, M. 2007. Calidad nutritiva del forraje. URL <http://www.produccion-animal.com.ar/>. Consultado el día 10 de septiembre de 2017.
2. Augustine, P.C. 2001. Cell: sporozoite interactions and invasion by apicomplexan parasites of the genus *Eimeria*. *Int. J. Parasitol.* 31, 1–8.
3. Allen, P.C., Lydon, J., Danforth, H.D. 1997. Effects of components of *Artemisia annua* on coccidia infections in chickens. *Poultry Science*. Volumen 76. 1156-1163.
4. Álvarez, C., Rodríguez, P., Carvajal, E. 2011. Efecto del extracto de paico (*Chenopodium ambrosoides*) en parásitos intestinales de gallos de pelea. *Cultura Científica*. 76-80.
5. Alzieu, J.P., Mage, C., Maes, L., de Mûelenaere, C. 1999. Economic benefits of prophylaxis with diclazuril against subclinical coccidiosis in lambs reared indoors. *Vet. Rec.*, 144:442-444.
6. Anderson, N.V., Taibo, R.A. 1999. *Gastroenterología veterinaria* (2 ed.). Buenos Aires: Inter-Médica.
7. Aslani, M.R., Maleki, M., Mohri, M., Sharifi, K., Najjar-Nezhad, V., Afshari, E. 2007. Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. *Toxicon*. Volumen 49. 400-406.
8. Avendaño, R.L., Álvarez, F.D., Molina, L., Saucedo, J.S., Correa, A. 2004. Engorda de corderos Pelibuey y sus cruzas con Dorper y Katahdin bajo condiciones de estrés calórico. *Memorias del XXVIII Congreso Nacional de Buiatría, Michoacán, México*. 10-13.
9. Balcells, A. 2001. *La clínica y el laboratorio*. 18ª edición. Editorial Masson.

10. Barbieri, L., Falasca, A., Franceschi, C., Licastro, F., Rossi, C.A., Stirpe, F. 1983. Purification and properties of two lectins from the latex of the euphorbiaceous plants *Hura crepitans* L. (sand-box tree) and *Euphorbia characias* L. (Mediterranean spurge). *Biochem. J.* 433-439.
11. Barrientos-Ramírez, L., Vargas-Radillo, J., Rodríguez-Rivas, A., Ochoa-Ruiz, H., Navarro-Arzate, F., Zorrilla, J. 2012. Evaluación de las características del fruto de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.) para su posible uso en curtiduría o alimentación animal. *Madera y Bosques.* 23-35.
12. Bartolomeu, A.P., De Paula, R., De Andrade M., Vieira, A., Dantas. C., Castro, P. 2012. Efeito da substituição do feno de Capim Tifton (*Cynodom* spp.) por casca de mamona (*Ricinus communis*) em dietas a base de palma forrageira (*Nopalea cochenilifera* Salm Dick) sobre o metabolismo energético, proteico e mineral em ovinos. *Revista Brasileira de Medicina Veterinaria.* 327-335.
13. Belli, S.I., Smith, N.C., Ferguson, D.J.P. 2006. The coccidian oocyst: a tough nut to crack! *Trends Parasitol.* 22, 416–423.
14. Benjamin, M.M. 1984. *Manual de patología clínica veterinaria.* Ed. Limusina. México.
15. Bichard, S., Sherding, R. 1996. *Manual clínica de pequeñas especies.* 1ª Edición. Volumen I. Editorial McGraw-Hill. México.
16. Blood, D., Radostits, O. 1992. *Medicina Veterinaria.* 7ª Edición. Volumen II. Editorial Interamericana. Mc. Graw-Hill. Madrid, España.
17. Bowman, D.D. 2014. *Georgis' Parasitology for Veterinarians,* 10th ed. Elsevier, China.
18. Braunwald, E., Fauci, A., Kasper, D., Hauser, S., Longo, D., Jameson, L. 2001 *Harrison's principles of internal medicine.* 15th edition. McGraw-Hill, Medical Publishing Division.

19. Brown, C. 2001. La importancia de las enfermedades emergentes para la sanidad animal, la salud pública y el comercio. Universidad de Georgia, Estados Unidos de América. 1-5.
20. Burke, J.M., Miller, J.E., Terrill, T.H., Orlik, S.T, Acharya, M., Garza, J.J., Mosjidis, J.A. 2013. *Sericea lespedeza* as an aid in the control of *Eimeria* spp. in lambs. *Veterinary parasitology*. Volumen 193. 39-46.
21. Bush, W. 1999. Interpretación de los análisis de laboratorio para clínicos de pequeños animales. España (Barcelona): Ediciones S.
22. Bustamante, J.J. 2002. Crecimiento y finalización de corderos con dietas a base de granos. Campo Experimental "El Verdineño". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Científico 1, Nayarit, México.
23. Carmona, J.C. 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. *Revista Lasallista de Investigación*. 4: 40-50.
24. Carvalho, C., Chagas, A., Cotinguiba, F., Furlan, M., Brito, L., Chaves, F., Stephan, M., Bizzo, H., Amarante, A. 2012. The anthelmintic effect of plant extracts on *Haemonchus contortus* and *Strongyloides venezuelensis*. *Veterinary Parasitology*. Volumen 183. 260-268.
25. Carvalho, K., Rodrigues, J., Campos, E., Dantas, A., Pfister, J., Cook, D., Medeiros, R., Riet-Correa, F. 2014. Poisoning by *Ipomoea asarifolia* in lambs by ingestion of milks from ewes that ingest the plant. *Toxicon*. Volumen 92. 129-132.
26. Castro, J.A., González, M., Mezo, M. 2007. Principales parasitosis en el ganado vacuno lechero: pautas racionales de control. *Frisona española*. 96-101.
27. Cervantes, M.E. 2016 Evaluación etnofarmacológica de la curcumina (*Curcuma longa*) en ovinos estabulados infectados con *Eimeria* spp.

Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. CDMX, México.

28. Chartier, C., Paraud, C. 2012. Coccidiosis due to *Eimeria* in sheep and goats, a review. *Small Rumin. Res.* Volume 103. 103, 84–92.
29. Chaves, A.V., Thompson, L.C., Iwaasa, A.D., Scott, S.L., Olson, M.E., Benchaar, C., Veira, D.M., McAllister T.A. 2006. Effect of pasture type (alfalfa vs. grass) on methane and carbon dioxide production by yearling beef heifers. *Can J Anim Sci.* 86:409–418.
30. Chávez, R.O., Lucas, T.J., López, A.R., Tórtora, P.J. 2005. Utilización de bolos ruminales de liberación de sulfametazina sódica en el control de la coccidiosis ovina. 147-153.
31. Chong, D., Figueredo, J., Irian, M., Dominguez, P., Martinez, Y., Alfonso, P., Marrero, E. 2016. Toxicosis por pasto Mulato (*Brachiaria ruziziensis* - *Brachiaria brizantha*) en cabras de la provincia Artemisa. *Revista Salud Animal.* Vol. 38. 19-24.
32. Dubremetz, J.F., Garcia-Réguet, N., Conseil, V., Fourmaux, M.N. 1998. Apical organelles and host-cell invasion by Apicomplexa. *Int. J. Parasitol.* Volumen 28. 1007–13.
33. Fernández, A., Mendiola, J., Acuña, D., Caballero, Y., Scull, R., Gutiérrez, Y. 2011. Actividad antimalárica y citotoxicidad de extractos hidroalcohólicos de seis especies de plantas usadas en la medicina tradicional cubana. *Rev. Cubana Med. Trop.* 52-57.
34. Flores, F. 2014. Evaluación del comportamiento de metabolitos en suero sanguíneo de ovinos con la inclusión de dieta de nopal (*Opuntia ficus-indica*) combinado con enzima celulasa. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila México.

35. Figlio, D., Tarpley, H., Latimer, K., Bain, P. 2004. A Brief Review of Alanine Aminotransferase Activity. Class of Department of Pathology, College of Veterinary Medicine, University of Georgia, Athens.
36. Folman, Y., Neumark, H., Kaim, M., Kaufman, W. 1981. Performance, rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soybean. J. Dairy Sci. Volumen 64. 759-764.
37. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2003. Resistencia a los antiparasitarios, estado actual con énfasis en América Latina. Roma. FAO producción y sanidad animal. 1-59.
38. French, M.H., Chaparro, L. M. 1963. Composición química de las frutas y semillas de algunos árboles y arbustos. Agronomía Tropical. 1-19.
39. Geraldo, S., Lima, J., Cámara, A., Gadelha, I., Olinda, R., Batista, J., Soto-Blanco, B. 2013. Spontaneous and experimental poisoning by *Marsdenia megalantha* Goyder and Morillo in ruminants and pig. Toxicon. Volumen 63. 116-119.
40. Guerrero, L., Rossini, M., Bethencourt, A., Colmenares, O., Rueda de Arvelo, E., Ríos de Álvarez, L. 2016. Efecto de la suplementación con semilla de *Canavalia ensiformis* sobre parámetros sanguíneos de ovinos tropicales con infecciones parasitarias gastrointestinales. Revista Facultad de Ciencias Veterinarias. 101-113.
41. Gloria, T.A. 2009. Determinación de metabolitos sanguíneos en toretes de la raza Charoláis alimentados a base de concentrado y subproductos de cervecería (masilla y levadura). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
42. González, M.J.R. 1992. Dismetabolismos energéticos en ovejas de alta producción: profilaxis y tratamientos. Tesis Doctoral. Universidad de León.

43. Gregory, M.W., Catchpole, J. 1990. Ovine coccidiosis: the pathology of *Eimeria crandallis* infection. Int. J. Parasitol. Volumen 20. 849–860.
44. Gregory, W., Catchpole, J., Pittilo, R.M., Norton, C.C. 1987. Ovine coccidiosis: observations on “oocyst patches” and polyps in naturally acquired infections. Int. J. Parasitol. Volumen 17. 1113–1124.
45. Gregory, M.W., Joyner, L.P., Catchpole, J., Norton, C.C. 1980. Ovine coccidiosis in England and Wales 1978-1979. Vet. Rec., 106:461-462.
46. Gregory, L., Birgel Jr., E.H., D’Angelino, J.L., Benesi, F.J., Araújo, W.P., Birgel, E.H. 2004. Valores de Referência dos teores séricos da Uréia e Creatinina em bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da Leucose dos Bovinos. Arq. Inst. Biol. 7 (3): 339-345.
47. Herrera, L., Rios, L., Zapata, R. 2013. Frecuencia de la infección por nematodos gastrointestinales en ovinos y caprinos de cinco municipios de Antioquia. Revista MVZ Córdoba. 3854.
48. Hitschfeld, M. 1980. Intoxicación experimental por huévil (*Vestia lycoides*): lesiones histológicas y algunos cambios plasmáticos en ovinos. Archivos de Medicina Veterinaria. 197.
49. Hrkovic-Porobija, A., Hodzic, A., Hadzmusic, N. 2017. Functional liver stress in dairy sheep. Indian Journal of Small Ruminants. 23(2): 194-197.
50. Iannacone, J.A., Ayala, H., Alvariño, L., Paredes, C., Villegas, W., Alomia, J., Santos, S., Nolasco, N., Cruces, L. 2014. Riesgo ecotoxicológico acuático y terrestre del bioplaguicida catahua, *Hura crepitans* (Euphorbiaceae). Revista Toxicología. Volumen 31. 50-62.
51. IBM Corp. Released. 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp.
52. Idme, R. 2015. Determinación del daño hepático causado por la fasciolosis crónica en bovinos y ovinos utilizando marcadores

- enzimáticos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano-PUNO. Perú.
53. Idowu, D.O., Abegunrin, T.P., Ola, F.A., Adediran, A.A., Olaniran, J.A. 2012. Measurement of some engineering properties of sandbox seeds (*Hura crepitans*). *Agric. Biol. J. N. Am.* 318-325.
 54. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Anuario estadístico y geográfico de Nayarit. 2015. Gobierno del estado de Nayarit.
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2015/702825076108.pdf. Consultado el día 20 de julio de 2018.
 55. Jaffé, W.G. 1943. Hurray, a new plant protease from *Hura crepitans*. *The Journal of Biological Chemistry.* 1-7.
 56. John, H. 2000. Diagnóstico y tratamiento clínico por el laboratorio. Novena Edición. Editorial Masson. S.A. Barcelona España.
 57. Justiniano, M.J., Fredericksen, T.S. 2000. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Editorial El País, Bolivia. 49 p.
 58. Kahn, C.M. 2007. Manual Merck de veterinaria. 6ª edición. Editorial Océano. Barcelona, España.
 59. Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L. 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals.* 5ª ed. Academic Press. San Diego.
 60. Kerr, M.G. 2003. Exames laboratoriais em medicina veterinária. Bioquímica clínica e hematologia. 2ª ed. Ed. Roca. São Paulo. 436 pp.
 61. Kraft, H., Schillinger, D. 1998. Métodos de laboratorio clínico de Medicina Veterinaria de mamíferos domésticos. 3ª Edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
 62. Kumar, P., Clarck, M. 2005. *Clinical medicine.* 6ª edición. Elsevier-Saunders, Inc.

63. López, J.A., Pérez, J. 2010. Etnobotánica medicinal y parasitosis intestinales en la isla de Ometepe Nicaragua. Polibotánica. 137-161.
64. Macedo, R., Arredondo, V. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. Arch Zootec 57, 219-228.
65. Macías-Cruz, U., Álvarez-Valenzuela, F.D., Rodríguez-García, J., Correa-Calderón, A., Torrentera-Olivera, N.G., Molina-Ramírez, L., Avendaño-Reyes, L. 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. Archivos de Medicina Veterinaria. 42: 147-154.
66. Makkar, H.P.S., Francis, G., Becker, K. 2008. Protein concentrate from *Jatropha curcas* screw-pressed seed cake and toxic and antinutritional factors in protein concentrate. J Sci Food Agric. 88:1542–1548.
67. Malo, E.C. 2013. Coccidiosis: La enfermedad, consecuencias y tratamiento, in: Congreso Científico de Avicultura.
68. Maza A.L., Cardona, A.J., Vergara, G.O. 2011. Análisis del perfil metabólico de hembras ovinas criollas gestantes en condiciones de pastoreo extensivo. Revista Científica. 21: 335-339.
69. Medical Dictionary. 2011. http://enciclopedia_universal.esacademic.com/128211/metabolito. Consultado el día 10 de diciembre de 2018.
70. Mendoza, A., Berumen, A., Santamaria, E., Vera, G. 2010. Diagnóstico clínico del ovino. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 1-86.
71. Mertens, D.R. 1977. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. Federation Proc., v.36, n.2, p.187-192.
72. Muhammed, A., Isiaka, A., Adeniyi, A. 2013. Chemical composition of *Hura Crepitans* seeds and antimicrobial activities of its oil. International Journal of Science and Research. 2(3).1-7.

73. Nelson, L., Shih, R., Balick, M. 2007. Handbook of poisonous and injurious plants. 2^{da} Edición. Volumen I. Editorial Springer. New York USA.
74. Novelo, L.K., González P.G., Ventura J., Torres J.F.J., Sandoval, C.A. 2014. Feeding behavior in dewormed goats VS naturally infected by gastrointestinal nematodes at free grazing of a deciduos tropical Foster. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 17.
75. National Research Council (N.R.C.). 2007. Nutrient requirements of small ruminant. Sheep, goats, cervids, and New World Camelids. The National Academy Press. Washington, D. C., U. S. A.
76. National Research Council (NRC). 1984. Nutrient requirements of sheep. The National Academy Press. Washington, D. C., U. S. A.
77. Núñez, O.L. 2005. Análisis clínicos. In F. d. M. V. y. Z. d. I. U. N. A. d. M. C.U. (Ed.), Métodos y técnicas de diagnóstico Módulo 1 del Diplomado a distancia en medicina, cirugía y zootecnia en perros y gatos (pp. 97-100). México.
78. Nyberg, P.A., Bauer, D.H., Knapp, S.E. 1968. Carbon dioxide as the initial stimulus for excystation of *Eimeria tenella* oocysts. J. Protozool. 15, 144–148.
79. Olivares, S.M., Meale, S.J., Pereira, L.G.R., Machado, F.S., Carneiro, H., Lopes, F.C.F., Mauricio, F.M., Chaves, A.V. 2013. In vitro fermentation, digestion kinetics and methane production of oil seed press cakes from biodiesel production. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 1102-1110.
80. Orskov, E. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feed stuffs. Tropical Animal Production. 195-213.

81. Partida, P.J.A., Braña, V.D., Martínez, R.L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruizas con Suffolk o Dorset. *Técnicas Pecuarias México*. 47 (3): 313-322.
82. Pascual, A., Oliva, J., Hernández, D., Torres, G., Suarez, M.E., Hinojosa, J.A. 2009. Crecimiento postdestete y eficiencia reproductiva de corderas Pelibuey con un sistema de alimentación intensiva. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 41(3). 205-212.
83. Penzhorn, B.L., Rognlie, M.C., Hall, L.L., Knapp, S.E. 1994. Enteric coccidia of Cashmere goats in southwestern Montana, USA. 55. 137-142.
84. Radostits, O.M., Clive, C.G., Douglas, C.B., Kenneth, W.H. 2002. *Medicina Veterinaria*. McGraw – Hill. Interamericana. Vol. 2. México, D.F. pp. 1685 – 1687.
85. Richet, C. 1909. Études sur la crépitine. *Ann. Inst. Pasteur* 23, 745.
86. Rivero, R., Giannechini, E., Matto, C., Gil, J. 2011. Intoxicación por *Lantana camara* en bovinos y ovinos en Uruguay. *Veterinaria*. 47 (181). 29-34.
87. Roberts, L.S., Janovy, J.J. 2009. Gerald D. Schmidt & Larry S. Roberts' Foundations of Parasitology. 8th. Editorial McGraw Hill, New York, USA.
88. Robles, C., Saber, C., Jeffrey, M. 2000. Intoxicación por *Astragalus pehuenches* (locoismo) en ovinos Merino de la Patagonia Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria (Argentina)*. Vol 81(5): 380-384.
89. Rodríguez, J.G., Olivares, J.L., Arece, J. 2010^a. Evolución de los protozoos. *Revista Salud Animal*. 32: 118-120.
90. Rodríguez, R.I., Torres, J.F., Aguilar, J., Bolio, M., Ramírez, G., Cob, L. 2010^b. Protozoos gastrointestinales de animales domésticos y silvestres. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. 298-299.

91. Rodríguez, R.I. 2015. Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria. AMPAVE-CONASA. México.
92. Rodríguez, R.I., Laerte, G., Pérez de León, A., Silva, H., Torres-Acosta, J., Fragoso, H., Romero, D., Rosario, R., Saldierna, F., García, D. 2017. Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. Review. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 8: 61-74.
93. Soach, M., Broucek, J., Srejberova, P. 2011. Hematology and blood microelements of sheep in south Bohemia. Institute of Zoology, Slovak Academy of Science.
94. Spanó, D., Pintus, F., Esposito, F., Loche, D., Floris, G., Medda, R. 2015. Euphorbia characias latex: Micromorphology of rubber particles and rubber transferase activity. 87. 26-34.
95. Theodorou, M.K., France, J. 1993. Rumen microorganisms and their interactions. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. 1th Edition. Editorial Prentice-Hall.
96. Taylor, M.A., Coop, R.L., Wall, R.L., 2007. Veterinary Parasitology, 3th edition. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
97. Urdaneta, D.L., Muñoz, G. 2005. Manual de Producción de Ovinos y Caprinos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado de Lara Barquisimeto.
98. Vasconcelos, J.T., Greene, L.W., Cole, N.A., McCollum, F.T. 2004. Effects of phase feeding of protein on performance, blood urea nitrogen, and carcass characteristics of finishing beef cattle: T. Individually. Feed Steers. Beef Cattle Research in Texas: 129-133.
99. Vaughan, C., Nemeth, N., Marineros, L. 2006. Scarlet Macaw, *Ara macao*, (Psittaciformes: Psittacidae) diet in Central Pacific Costa Rica. Revista Biológica Tropical. 54 (3). 1-8.

100. Villegas, J., Villegas, O., Villegas, V. 2012. Semiologia de los signos vitales: Una mirada novedosa a un problema vigente. Archivos de Medicina (Col), 12 (2), 221-240.
101. Wilson, D. 2008. Manual of Laboratory & Diagnostic Tests. The McGraw-Hill Companies, Inc.
102. Yokoyama, M.T., Johnson, K.A. 1988. Rumen and intestine microbiology. Ruminant digestive physiology and nutrition. 1th Edition. Editorial Prentice-Hall.
103. Youn, H.J., Lakritz, J., Kim, D.Y., Rottinghaus, G.E., Marsh, A.E. 2003. Anti-protozoal efficacy of medicinal herb extracts against *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum*. Veterinary Parasitology.116. 7-14.