

Prevalencia de parásitos gastrointestinales en
cabras lecheras alimentadas con forraje
hidropónico de triticale

JOSE LUIS RIVERA BAUTISTA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN ZOOTECNIA



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Subdirección de Postgrado

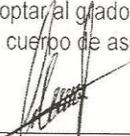
**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Junio, 2014.**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCION DE POSTGRADO

PREVALENCIA DE PARASITOS GASTROINTESTINALES EN CABRAS
LECHERAS ALIMENTADAS CON FORRAJE HIDROPONICO DE TRITICALE

Tesis presentada por:
José Luis Rivera Bautista

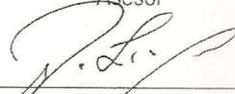
Como requisito parcial para optar al grado de Maestría en Ciencias en
Zootecnia ante el cuerpo de asesores siguiente:



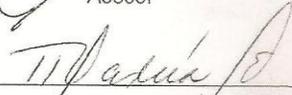
Dr. Fernando Ruiz Zarate
Asesor principal



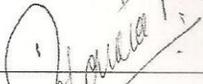
Dr. Armando J. Aguilar Caballero
Asesor



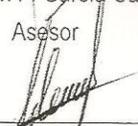
Dr. Ramiro López Trujillo
Asesor



Dr. Roberto García Elizondo
Asesor



Dr. Ramón F. García Castillo
Asesor



Dr. Fernando Ruiz Zarate
Subdirector de Postgrado

Saltillo, Coah. Junio de 2014.

AGRADECIMIENTOS

A dios, por darme la dicha de vivir y la oportunidad de conocer personas tan maravillosas.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme todo lo necesario, para poder lograr mis metas. Orgullosamente BUITRE. Gracias "Alma Terra Mater".

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico para poder realizar mis estudios de Maestría.

Al Dr. Fernando Ruiz Zarate, por su apoyo incondicional y alentarme cuando más lo necesitaba. Muchas Gracias.

Al Dr. Armando J. Aguilar Caballero, por su valiosa colaboración en esta investigación y brindarme su amistad.

Al Dr. Ramiro López Trujillo, por sus asesorías, que fueron de mucha ayuda para poder elaborar este trabajo.

Al Dr. Roberto García Elizondo, por todos los conocimientos que compartió conmigo.

Al Dr. Ramón F. García Castillo, por brindarme su amistad y su valioso tiempo.

A la L.C.N. Laura Maricela Lara López, por su apoyo en Laboratorio de Reproducción Animal para poder realizar los análisis de HPG y Hematocrito.

Al T.L.Q. Carlos Arévalo Sanmiguel, por su amistad y colaboración para poder realizar el análisis bromatológico.

Agradezco infinitamente al cuerpo académico de la Maestría en Ciencias en Zootecnia, por todos los conocimientos brindados. Muchas Gracias...

Agradezco a todos mis amigos, que siempre estuvieron conmigo alentándome, especialmente a Gumaro, Quique, Neto, Asbel, Josue, Humberto, Evelyn, Alejandro, Janet, Gabby, Alejandra y a todos los que me apoyaron. Los estimo mucho, siempre los recordare. Gracias por ser parte de mi vida...

DEDICATORIA

A mi Familia

Padres

Sr. Luis Rivera Limontitla

Sra. Concepción Bautista Velazco

Por darme la vida y brindarme su apoyo para poder salir adelante en esta vida. Este logro se los dedico, no los defraude. Los amo...

A mi esposa e hijo

Ing. Elia Olivar España, mi peke.

Mi bebe hermoso, Iker Mihael Rivera Olivar

Porque son lo más valioso en mi vida, sin ustedes no soy nadie, les dedico mis logros ya que uds me alientan a seguir adelante, me dan su apoyo cuando más los necesito... Valió la pena todo el sacrificio, con todo mi amor les dedico este trabajo. Mil gracias los amo con todo mi ser. Los Amooo...

A mis hermanos

Gilberto, Blanca Estela, Reyna, Raquel e Isabel.

Porque con ustedes viví momentos muy felices, espero volver a verlos, gracias por todo queridos hermanos. Los Amo.

COMPENDIO

Prevalencia de Parásitos Gastrointestinales en cabras lecheras alimentadas con Forraje Hidropónico de Triticale

Por

José Luis Rivera Bautista

Maestría en Ciencias en Zootecnia

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Junio, 2014.

Dr. Fernando Ruiz Zarate – Asesor principal

Palabras clave: Cabras, Forraje hidropónico, NGI, HPG, FAMACHA

Cabras lactantes (n=15) Murciano-Granadinas fueron distribuidas en tres tratamientos (n=5) con diferentes niveles de Forraje Hidropónico de Triticale en la ración; 0 (testigo), 20 y 40% para evaluar la carga parasitaria gastrointestinal por medio de: conteo de huevos por gramo de heces (HPG), hematocrito (PCV), producción de leche (PL) mediante diferencia de pesos de los cabritos (PH) en una sola toma diaria (08:00h), pesos de las cabras (PM) y PH, FAMACHA y Condición Corporal (CC). El experimento con una duración de 98 días, se

realizo en La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México. Se hicieron muestreos de heces y sangre cada 14 días, simultáneamente se tomaron datos de FAMACHA, CC, PL, PM y PH. Hubo diferencias significativas ($P < 0.0001$) para HPG con: 166.25, 157.30 y 130.00 huevos por gramo de heces para los tratamientos con 0, 20 y 40 % de FH. PCV por el contrario, los mejores porcentajes de Hematocrito fueron para el testigo ($P < 0.0001$) con 33.437, 31.068 y 27.451 % de células sanguíneas para los tratamientos con 0, 20 y 40 % de FH. La CC y FAMACHA no fueron afectadas ($P > 0.05$) por el nivel de FH en la ración de las cabras. Aunque en la PL no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$); el PH fue más bajo ($P < 0.0001$) en el tratamiento con 20% de FH que en los demás con: 8.378, 6.637 y 7.537 kg para los tratamientos con 0, 20 y 40 % de FH. Se concluye que el nivel de FH de triticales en la ración disminuye el conteo de huevos de parásitos gastrointestinales, pero no el porcentaje del paquete celular en cabras Murciano Granadinas lactantes manejadas en un sistema de producción mixto (alimentadas en corral y pastoreadas).

ABSTRACT

Prevalence of gastrointestinal parasites in dairy goats fed with hydroponic forage triticale

By

José Luis Rivera Bautista

Master of Science in Zootechny

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. June, 2014.

Dr. Fernando Ruiz Zarate – Advisor

Key words: goats, hydroponic forage, GIN, PCV, FAMACHA

Murciano Granadina lactating goats (n=15) were arranged in three treatments (n=5) with different Triticale hydroponic forage (HF) level; 0 (control), 20 and 40% HF in the ration to evaluate gastrointestinal burden through: number of eggs per gram of feces (EGF), package of cell volume (PCV), FAMACHA, body condition (BC), milk production (MP) only once a day in the morning (08:00h), goats (GW) and kids body weight (KW). The experiment (98 d) was held in The Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro in Saltillo, Coahuila, Mexico. Blood and feces sampling was held every 14 d, along with FAMACHA,

BC, MP, GW and KW. There were significance ($P < 0.0001$) for EGF with: 166.25, 157.30 y 130.00 eggs per gram of feces for: 0, 20 and 40% HF in the diet. PCV was opposite, better percentages were for the control ($P < 0.0001$) with: 33.437, 31.068 y 27.451 of blood cell count for: 0, 20 and 40% HF. BC and FAMACHA were not affected ($P > 0.05$) by HF level in the ration. MP was not affected ($P > 0.05$) either by HF level in the ration; however, KW was lower ($P < 0.0001$) in the 20% HF group than the others with: 8.378, 6.637 y 7.537 kg for: 0, 20 and 40% HF in the diet. It is concluded that the HF level in the ration brings down EGF but not PCV in Murciano Granadina lactating goats around pick of lactation under a mixed production system (penned and extensive fed).

INDICE

INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xv
INTRODUCCION	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
La cabra lechera.....	4
Raza Murciano-Granadina	4
Nematodos Gastrointestinales (NGI)	5
Ciclo biológico de NGI.....	6
Epidemiología	7
Efectos de los nematodos en la producción	7
Resistencia y Resiliencia.....	8
Inmunidad de los caprinos contra los NGI.....	8
Resistencia Antihelmíntica	9
Diagnostico de parasitosis	10
Carga parasitaria.....	10
Métodos de control	10
Uso de la FAMACHA	11
Control Nutricional.....	13
Métodos alternativos	15
Hidroponía.....	16

Importancia de la Hidroponía	17
Ventajas de la Hidroponía	17
Desventajas de la Hidroponía	18
Triticale.....	18
Usos del Triticale.....	19
Experimentos con Triticale	20
Forraje Hidropónico (FH)	20
MATERIALES Y METODOS.....	22
Localización.....	22
Diseño del experimento	22
Tratamientos.....	23
Alimentación.....	23
Muestreos.....	23
Técnica McMaster (conteo de huevos de nematodo por gr de heces)	25
Técnica Hematológica (Hematocrito).....	27
FAMACHA.....	28
Condición Corporal (CC)	28
Producción de Forraje Hidropónico de Triticale	28
Análisis Estadístico.....	29
Análisis Bromatológico de los Alimentos.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
Huevos de nematodos por gramo de heces (HPG)	30
Hematocrito (PCV).....	32
Condición Corporal (CC)	33
FAMACHA.....	34
Producción de Leche	36
Peso de las cabras	37
Peso de los Cabritos.....	39
CONCLUSIONES	41
LITERATURA CITADA	42

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Géneros y especies de nematodos gastrointestinales que afectan a los caprinos.....	5
Cuadro 2. Composición (%) de los ingredientes por tratamiento	23
Cuadro 3. Valores normales de hematocrito para diferentes especies	27
Cuadro 4. Análisis bromatológico de los alimentos en base a MS.....	29
Cuadro 5. Cuenta de HPG de NGI en cabras lecheras de la raza Murciano-Granadinas suplementadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de triticale (<i>X. Triticalsecale Witt.</i>).....	30
Cuadro 6. Porcentaje de Hematocrito (PCV), en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de Triticale (<i>X. Triticalsecale Witt.</i>).....	32
Cuadro 7. Condición Corporal (CC), en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticale (<i>X. Triticalsecale Witt.</i>).....	34
Cuadro 8. FAMACHA, en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticale (<i>X. Triticalsecale Witt.</i>).....	35
Cuadro 9. Producción de leche en una sola toma de cabritos en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticale (<i>X. Triticalsecale Witt.</i>).....	36
Cuadro 10. Pesos de las cabras (kg) de la raza Murciano-Granadina, con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (<i>X. Triticalsecale Witt.</i>) .	37

Cuadro 11. Pesos de las crías (Kg) de cabras lecheras de la raza Murciano-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (*X. Triticosecale Witt.*)..... 39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico de los nematodos gastrointestinales.....	6
Figura 2. Carta FAMACHA.....	12
Figura 3. Conteo de huevos en la cámara McMaster.....	26
Figura 4. Medición de hematocrito.....	27
Figura 5. Conteo de HPG de NGI en cabras lecheras de la raza Murciano-Granadina, alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (<i>X. Triticosecale Witt.</i>) a lo largo del experimento (D).....	31
Figura 6. Hematocrito en sangre (%) en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (<i>X. Triticosecale Witt.</i>) a lo largo del experimento (D).....	33
Figura 7. Valores de Condición Corporal (CC) en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (<i>X. Triticosecale Witt.</i>) a lo largo del experimento (D)	34
Figura 8. Escala en la coloración de la conjuntiva ocular (FAMACHA), en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (<i>X. Triticosecale Witt.</i>) a lo largo del experimento (D).....	35
Figura 9. Producción de leche en una sola toma de los cabritos en cabras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (<i>X. Triticosecale Witt.</i>) a lo largo del experimento (D)	37

Figura 10. Peso de los grupos (Tratamientos) de cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticales (*X. Triticolsecale Witt.*) a lo largo del experimento (D) 38

Figura 11. Peso de los cabritos, que fueron amamantados por cabra de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticales (*X. Triticolsecale Witt.*) a lo largo del experimento (D)..... 38

INTRODUCCION

En México existe muy poca información sobre las enfermedades que aquejan al ganado caprino. Se le ha dado poca importancia a este problema, aun tomando en cuenta el papel social que juega este ganado en la población. Acerca de las enfermedades caprinas existe conciencia de que estas son un problema importante para la producción.

Los nematodos gastrointestinales y la disponibilidad de forraje son las principales limitantes en la producción de ovinos y caprinos bajo pastoreo (Aguilar-Caballero *et al.*, (2013). Los Nematodos Gastrointestinales (NGI) pueden reducir la ganancia de peso (GDP) de un 30% a un 50% en los cabritos y un 20% la producción de leche, y son causa de hasta un 50% de la mortalidad de los cabritos en crecimiento (Torres-Acosta *et al.*, 2012b).

Además, son un factor de riesgo asociado a la presentación de otras enfermedades. Por otra parte, la aparición de cepas de NGI resistentes a las drogas para su control (Ruiz-Zarate *et al.*, 2013), muestran un panorama económico desalentador a los productores de caprinos del país.

Las pérdidas económicas por los NGI son resultado de un descenso en la producción, los costos de la prevención, costos de los tratamientos y la muerte de los animales infectados.

En las regiones áridas y semiáridas la disponibilidad de forraje está influenciada por: el agua que es escasa, el alto costo de la tierra y la época del año. Todo lo anterior representa problema para los caprinocultores de leche y carne. Además, los recursos económicos para la compra de alimento en este sector de la producción es bajo (Guzmán, 2006). Ante estos problemas, la producción hidropónica de forraje constituye una alternativa viable de obtención de alimento durante todo el año. El forraje hidropónico tiene alta digestibilidad, calidad nutricional y gran cantidad de enzimas que lo vuelven altamente aprovechable (Sánchez, 2001).

El uso del triticale está recomendado en zonas áridas y frías por su calidad forrajera y alta palatabilidad. Por lo tanto el triticale hidropónico presenta la posibilidad de producir leche de alta calidad durante los periodos críticos del año (Sepúlveda, 2013).

Objetivo general

Evaluar la cuenta de huevos por gramo de heces (HPG) de parásitos gastrointestinales y la producción de leche de cabras Murciano-Granadinas alimentadas con dos niveles de inclusión de triticale hidropónico en un sistema de producción mixto.

Objetivos específicos

- Determinar las cuentas de HPG de NGI, FAMACHA y condición corporal de cabras.
- Determinar hematocrito.
- Evaluar la producción de leche con diferentes niveles de triticale hidropónico.
- Evaluar el peso de las cabras y cabritos con dichos niveles de triticale hidropónico.

Hipótesis

Las cabras lecheras alimentadas con triticale hidropónico tienen menor cuenta de HPG de Nematodos Gastrointestinales y por tanto aumentará la producción de leche por tratarse de un forraje fresco y de alto valor nutritivo.

REVISION DE LITERATURA

La cabra lechera

La importancia de la cabras en el autoconsumo se debe a su habilidad de proveer comida de alta calidad bajo diversas condiciones climáticas, además de su resistencia hacia ambientes extremos (Silanikove, 2000). Se estima que en los lugares donde una hectárea de terreno puede sostener a una vaca en pastoreo, la misma área puede sostener hasta doce cabras. Esta relación muestra que la alimentación de una cabra es mas económica que la de una vaca y su producción por lo tanto es rentable (Durán, 2007).

Raza Murciano-Granadina

La cabra Murciano-Granadina es la principal raza caprina lechera de España. Es una raza autóctona muy extendida en regiones de climas secos y cálidos. Debido a su rusticidad es muy adecuada para la producción láctea en países de América y África especialmente aquellos áridos y calurosos (Jurado y Castillo, 2007).

De temperamento vivaz es un animal de doble propósito cuyas hembras alcanzan pesos desde los 45 hasta los 55kg y los machos de los 70 a los 75kg. Tiene un color caoba o negro uniforme con mucosas de color rosado o pizarra. Esta raza tiene una producción láctea que oscila entre los 450 a 500 litros de

leche por ciclo de lactación. Esta leche tiene un porcentaje de grasa entre 3.6 y 5.9%, lo que la hace ideal para la elaboración de quesos. Usualmente esta raza tiene dos crías por parto, cada una pesando entre los 2 y 3 kg. (Durán, 2007).

Nematodos Gastrointestinales (NGI)

Son endoparásitos pertenecientes a la clase Nematoda, palabra que proviene del griego “nemas”, es decir filiformes. Son de forma cilíndrica, cubiertas por una cutícula quitinosa que están presentes en la mayoría de los rumiantes; su presencia se ve determinada por factores propios a los parásitos y por factores ambientales como el clima, el manejo y la edad de los huéspedes expuestos a praderas contaminadas (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005). En el cuadro 1, se muestran los géneros y especies de NGI más comunes en los caprinos.

Cuadro 1. Géneros y especies de nematodos gastrointestinales que afectan a los caprinos.

Órgano digestivo	Genero	Especie
Abomaso	<i>Haemonchus</i> <i>Teladorsagia</i> (<i>Ostertagia</i>) <i>Trichostrongylus</i>	<i>Contortus</i> <i>Circumcincta</i> <i>Axei</i>
Intestino delgado	<i>Cooperia</i> , <i>Trichostrongylus</i> <i>Nematodirus</i> <i>Bunostomum</i> <i>Strongyloides</i>	<i>Curticei</i> <i>Colubriformis</i> , <i>vitrinus</i> <i>Filicollis</i> , <i>spathiger</i> <i>Trigoncephalum</i> , <i>Papillosus</i>
Intestino grueso	<i>Oesophagostomum</i> <i>Trichuris</i>	<i>Columbianum</i> , <i>globulosa</i> <i>Ovis</i>

(Aguilar-Caballero *et al.*, 2008)

López *et al.*, (2013), determinaron la prevalencia y conteo de nematodos gastrointestinales en ovinos. Las especies de nematodos encontrados fueron: *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis* y *Cooperia curticei*, además el cestodo *Moniezia expansa*. El 41 % de los animales presentaron alguno de los anteriores parásitos.

Ciclo biológico de NGI

Los NGI presentan un ciclo biológico simple, con una fase parasitaria sobre el huésped y otra no parasitaria que es en los forrajes. Los huevos salen mezclados con materia fecal y en condiciones óptimas de humedad alta y temperaturas medias, se convierten en el estadio larvario (L3), capaces de infectar a los animales que las consuman y así se continúa con un ciclo de infección que dura entre 20 a 25 días (Castells, 2004). El ciclo biológico de los NGI se muestra en la figura 1.

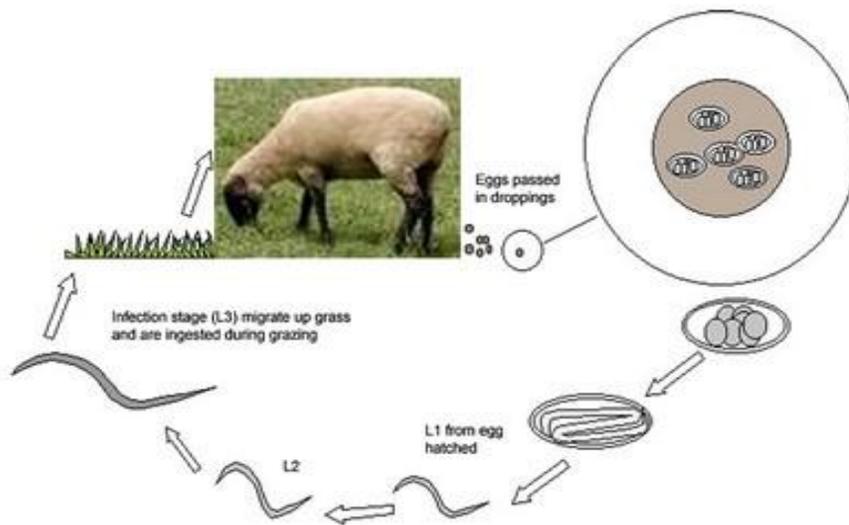


Figura 1. Ciclo biológico de los nematodos gastrointestinales. El ciclo de vida incluye dos fases, una dentro del hospedador (fase endógena), con duración de 21 días y una segunda fase en las pasturas (fase exógena), con duración de entre 10 y 21 días (Ríos, 2011).

Epidemiología

El conocimiento y la cuantificación de las relaciones entre el medio y el parásito son muy útiles para comprender la epidemiología de los nemátodos gastrointestinales de los pequeños rumiantes. El riesgo parasitario está en función del grado de contaminación de la pastura (huevos expulsados al exterior), de la posibilidad de desarrollo de los huevos en larvas infectantes (L3), de la supervivencia de la L3 en el forraje en espera de ser ingeridas por el huésped y de la accesibilidad de las L3 desde las pasturas a los animales (Rossanigo, 2007).

El contenido de agua y la temperatura de la materia fecal son dos de los factores claves que intervienen en el desarrollo de huevo a L3, sobre todo en el caso de los nematodos parásitos de los pequeños rumiantes donde las características de las heces, en forma de granos, las hace muy diferentes a la de los bovinos respecto al contenido de agua (Rossanigo, 2007).

Efectos de los nematodos en la producción

Los nematodos reducen la producción de carne, leche y lana en un 10 – 40% (Knox *et al*, 2006) ya que afectan el consumo alimenticio y/o reducen la eficiencia de su utilización, disminuyendo el depósito de proteínas, grasa y minerales en los hospederos.

Alberti *et al.*, (2012), realizaron una investigación acerca de los efectos que tienen los nematodos gastrointestinales (NGI) en la producción cualitativa y cuantitativa de leche en cabras. Sus resultados mostraron que existe un efecto influenciado por la raza y número de lactancia de las hembras. Por otro lado la

composición de la leche se observó una variabilidad reducida entre razas pero ningún efecto debido a los parásitos. La producción de leche al día, se relaciona fuertemente con la carga parasitaria, raza y número de lactancias.

Resistencia y Resiliencia

Resistencia es la habilidad del animal de resistir la infección parasitaria, lo que se logra a partir de un fuerte componente inmunológico, disminuyendo el establecimiento de la larva infectiva L3 y la resiliencia es la habilidad del animal de mantener niveles productivos aceptables a pesar de la infección parasitaria (Aguilar-Caballero *et al*, 2008).

Hein *et al.* (2010), definieron los mecanismos de resistencia a NGI en ovejas. Estos autores tomaron muestras de biopsia de órganos infectados y ganglios linfáticos (útil en la cinética de las respuestas inmunes en el sitio de la infección), en animales de diferentes razas, con diferentes regímenes de sensibilización y diferentes etapas de desarrollo del parásito en el huésped, mencionan que los dos antígenos principales se han identificado en la fase infecciosa L3 de NGI, que puede ser responsable de inducir protección y tener potencial como vacuna.

Inmunidad de los caprinos contra los NGI.

Los caprinos adquieren inmunidad contra los NGI como resultado de la exposición repetida a los antígenos de referencia. Los mecanismos de la inmunidad contra los diferentes NGI son únicos y adaptados a los diferentes estadios del ciclo biológico (Meeusen *et al.*, 2005).

La inmunidad puede ser innata o adquirida, la inmunidad innata es aquella con la que cuenta el individuo desde su nacimiento. Recientemente se ha reconocido la importancia de este fenómeno ya que dependiendo de la fortaleza del mismo se logra una inmunidad adquirida efectiva. La inmunidad adquirida (adaptativa) se refiere a la inmunidad que los animales manifiestan después de una exposición continua al antígeno. La eficacia de la respuesta es mayor en los animales adultos. Los cabritos y corderos son más susceptibles a las infecciones con NGI (Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

Yacob *et al.*, 2008. Investigaron la ocurrencia y la interacción entre el *Oestro ovis* y *Haemonchus contortus* en forma experimental. Los resultados mostraron que las infecciones con *O. ovis* reducían significativamente la cuenta de *H. contortus* en el abomaso de las cabras. El mecanismo de acción se asocio a una eosinofilia (células eosinofilas en sangre).

Resistencia Antihelmíntica

La resistencia adquirida de los NGI, es un mecanismo que ocurre a nivel molecular y se define como la capacidad que tiene el parásito para tolerar dosis tóxicas de sustancias químicas que son letales. La resistencia a los antihelmínticos nos lleva a otras alternativas para su control como puede ser el control biológico (Márquez, 2007; Aguilar-Caballero *et al.*, 2008).

Diagnostico de parasitosis

El examen fecal es una herramienta importante para el control de infecciones parasitarias en animales de granja y un complemento importante para el mantenimiento de los programas de control de nematodos eficaces. Los exámenes cuantitativos se realizan por diferentes modificaciones del método de McMaster, que es la técnica cuantitativa más utilizada y el nivel con una sensibilidad de 10 a 100 huevos por g de heces (Pereckiene *et al.*, 2010).

Carga parasitaria

La carga parasitaria, es el número de parásitos que se encuentran en un huésped en un tiempo dado (Maya y Quijije, 2011). El porcentaje de la carga se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Carga enteroparasitaria} = \frac{\text{numero de huevos parasitos}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

Métodos de control

El ganado caprino tiene mayor susceptibilidad a los nematodos que el ganado ovino (Hoste y Chartier, 1997), tanto en las etapas juveniles como en los adultos, lo cual se debe a una menor eficiencia en la elaboración y expresión de la respuesta inmune.

Debido al problema derivado de NGI para el caprino y su resistencia por un mal manejo de los tratamientos con antihelmínticos, actualmente se están buscando métodos alternativos de control, diferentes al uso de sustancias químicas. Existen diversos métodos de control, o medidas preventivas, de las parasitosis por NGI que pueden ser utilizadas para reducir eficazmente las cargas parasitarias a niveles aceptables para el potencial zootécnico de los animales (Aguilar-Caballero *et al.*, 2011).

En la última década se ha validado con éxito el uso de varias tecnologías de control nuevas, incluyendo el uso de FAMACHA para la aplicación de tratamientos selectivos específicos (Torres-Acosta *et al.*, 2014), partículas de óxido de cobre en forma de agujas (Martínez *et al.*, 2007; Galindo-Barbosa *et al.*, 2011), hongos que atrapan nematodos (Ojeda-Robertos *et al.*, 2005) y el pastoreo o la alimentación con heno alto en taninos de leguminosas perennes como; *Lespedeza cuneata* (Terrill *et al.*, 2012.).

Como respuesta al fenómeno de resistencia antihelmíntica, se han desarrollado métodos alternativos de control de NGI como son: manejos de pastoreo o de praderas, métodos nutricionales biológicos y genéticos, apoyándose en el uso de la FAMACHA (Knox *et al.*, 2006; Aguilar *et al.*, 2008).

Uso de la FAMACHA

El termino FAMACHA es un acrónimo del autor de la idea, Dr Faffa Malan, **FA**ffa **MA**lan **CH**Art. Relativa al método consiste en evaluar clínicamente a los animales de un rebaño para que indirectamente pueda conocerse el efecto de la parasitosis y, en base a eso, se tome la decisión de aplicar el tratamiento antihelmíntico. En la figura 2, se muestra la carta FAMACHA.

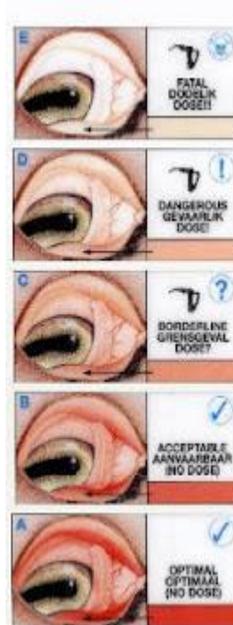


Figura 2. Carta FAMACHA.

Este método mide los niveles de anemia o pérdida de sangre, utilizada para el control de *Haemonchus* en cabras y ovejas. Consiste en evaluar la coloración de la conjuntiva del ojo de los animales y compararlo con una tabla ilustrada que muestra las posibles tonalidades estrictamente correlacionadas con la condición anémica del animal (Cruz, 2011).

Mahieu *et al.* (2007), evaluaron el uso del método FAMACHA y de hematocrito (PCV) en cabras criollas con el fin de reducir el uso de antihelmínticos y efectos en la producción. Se encontró que la mejor concordancia en caso de anemia ocurrió cuando los valores de hematocrito fueron de 16% o menores y el puntaje de FAMACHA fue 4 ó 5.

Control Nutricional

La suplementación con proteína dietética mejora la resistencia contra infecciones de NGI tanto en ovinos como en caprinos. Se reporta que los animales suplementados reducen sus cargas de huevos por gramo de heces e incrementan su cuenta de eosinófilos periféricos. Animales suplementados con maíz tienen menor cantidad de *H. contortus* que los no suplementados (Aguilar *et al.*, 2011).

Las fuentes de energía, como el maíz y la melaza, han demostrado su eficacia para el control de los NGI. Recientemente, se demostró que la suplementación con maíz al 1% del peso vivo de los animales en pastoreo presentó la mejor respuesta para el control de los NGI a través de la inmunidad celular (eosinófilos y mastocitos celulares), manteniendo valores de crecimiento de acuerdo a los nutrientes ofrecidos (Retama-Flores *et al.*, 2012).

Se han hecho estudios con plantas que contienen Taninos Condensados principalmente en leguminosas así como algunas plantas arbóreas y forrajeras que presentan efectos antihelmínticos los cuales al ser suministrados a los animales ha reducido la presencia de NGI (Alonso *et al.*, 2009).

Whitley *et al.*, (2009), hicieron investigaciones con Taninos Condensados (TC) en grano de sorgo. El objetivo fue determinar que si la alta concentración de taninos en sorgo tenía influencia en el conteo de huevos de parásitos gastrointestinales esto con el fin de tener alternativas para el control de parásitos. Se obtiene que la alta concentración de taninos no influía en la carga parasitaria (conteos de huevos de parásitos). La razón de la ineficacia de los taninos como reguladores de NGI en ovejas y cabras fueron recientemente abordados por Calderón *et al.*, (2010) y Vargas-Magaña *et al.*, (2013). Estos autores proponen que los NGI son capaces de adaptarse a los taninos con el

paso del tiempo y que la saliva de los animales expuestos por años a los taninos también puede bloquear dichos efectos negativos en los NGI.

Luna-Palomera *et al.*, (2010), realizaron un estudio para ver la relación que existe en la suplementación energética y proteica con respecto al control de nematodos gastrointestinales en ovinos, tomando como variables; la ganancia de peso, huevos por gramo de heces (HPG) y volumen del paquete celular (PCV). Las corderas que fueron suplementadas durante su desarrollo, mostraron mayor peso final, menor conteo de huevos de nematodos por gr de heces y volumen de paquete celular más altos, lo cual se reflejó en un mejor desarrollo.

La manipulación nutricional, como una herramienta para el control de NGI en condiciones tropicales húmedas y subhúmedas calientes en un sistema de pastoreo equilibrado proporciona una fuente adecuada de nutrientes y una carga NGI aceptable que permite un óptimo nivel de productividad. Los animales que reciben alimentación suplementaria pueden lograr una mejor capacidad de resistencia frente a las infecciones. Algunos suplementos tienen efectos Antihelmíntico directos como las partículas de alambre de cobre contra *Haemonchus contortus*. Mientras tanto, los metabolitos bioactivos secundarios de las plantas, tales como los taninos, son más complejos. Los resultados disponibles sugieren que el pastoreo alterno y rotación puede ofrecer oportunidades para reducir la dependencia de Antihelmínticos y puede ser fácilmente complementado con alimentación suplementaria (Torres-Acosta *et al*, 2012a).

Métodos alternativos

Aguilar-Caballero *et al.*, (2011), mencionan métodos alternativos para el control de los nematodos gastrointestinales, esto con el fin de evitar la resistencia antihelmíntica en los rebaños de pequeños rumiantes. La investigación sobre los métodos alternativos de control de NGI ha sido incesante, y recientemente se han desarrollado nuevas estrategias para responder a esta problemática.

Otra forma de reducir el consumo de larvas de nematodos gastrointestinales es incluir plantas de ramoneo en los potreros ya que estas proveen de forraje libre de larvas (Ben Salem, 2010).

Como un método alternativo Hernández-Villegas *et al.*, (2012), realizaron una investigación con respecto a la actividad antihelmíntica del extracto etanólico de las hojas de *Phytolacca icosandra* en cabras infectadas artificialmente con *Haemonchus contortus*, el extracto se administro por vía oral mediante cápsulas de gelatina (250 mg / kg de peso corporal). Se observó una reducción significativa en el conteo de huevos en el grupo tratado comparado con el control desde el día 7 hasta el día 15 Post-Tratamiento ($P < 0,05$). El más alto porcentaje de reducción (72 %) se encontró en el día 11 Post-Tratamiento. Se concluye que el extracto etanólico obtenido a partir de hojas de *P. icosandra* mostraron una actividad antihelmíntica in vivo frente a *H. contortus*, cuando se administra por vía oral a las cabras a una dosis de 250 mg / kg de peso corporal en dos días consecutivos. La dosis utilizada no causó ningún efecto negativo sobre la salud de las cabras.

Hidroponía

El término hidroponía deriva de los vocablos griegos “hydro” o “hutor” que significa agua y “ponos” equivalente a trabajo, literalmente se traduce como “trabajo del agua” o “actividad del agua”. Se puede definir a la hidroponía como un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se riegan mediante una mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en agua en el que a diferencia de los cultivos tradicionales en suelo, se utiliza como sustrato un material inerte o simplemente agua (Sánchez y Escalante, 1988).

En México hace algunos siglos nuestros antepasados ya utilizaban esta técnica para conseguir sus alimentos con el uso de las “chinampas”, parecidas a las actuales de xochimilco en el lago que rodeaba Tenochtitlan. La chinampa prácticamente era una balsa sobre el lago, en la que sembraban todo tipo de plantas alimenticias, cuyas raíces se sumergían en las aguas para adquirir los nutrimentos requeridos. (Huterwal, 1983).

El cultivo hidropónico ha beneficiado la mejor obtención de las plantas forrajeras. De aquí que con esta técnica aplicada ingeniosamente en Bélgica se obtiene en toda estación forraje fresco ya que debido a las condiciones climáticas que imperan en dicha región no permitirían la producción intensivamente (Huterwal, 1983).

Actualmente existen varios métodos de cultivo aunque todos se basan en un mismo fundamento: la utilización de elementos minerales para elaborar una solución acuosa que alimente a la planta. Los métodos de cultivo se sintetizan en dos grupos: con sustrato (puede ser de origen, mineral, vegetal o plástico) o sin sustrato (sólo líquido), (Espinoza *et al.*, 2007).

Importancia de la Hidroponía

La importancia se basa en la flexibilidad del sistema, es decir, la posibilidad de aplicarlo con éxito, bajo distintas condiciones “ecológicas, económicas y sociales” (Sánchez y Escalante, 1988).

Ventajas de la Hidroponía

Sánchez y Escalante (1988), mencionan que la hidroponía considerada como un sistema de producción agrícola, presenta un número de ventajas desde el punto de vista técnico y económico, con respecto a otros sistemas del mismo género, pero bajo cultivo en suelo; entre los que más sobresalen se pueden mencionar los siguientes:

- Humedad uniforme.
- Mayor densidad de cultivo.
- Facilidad en la corrección de deficiencias.
- Control de pH.
- No dependen de los factores meteorológicos (vientos, granizos, temperatura, sequias...).
- Altos rendimientos por unidad de superficie.
- Precocidad de los cultivos.
- Mayor calidad y uniformidad.
- Cultivo en serie de la misma planta.
- Varias cosechas al año.
- Menor espacio requerido.
- Reciclaje de agua.
- Reducción de costos.
- Automatización casi completa.
- Menor erosión y contaminación.
- Crecimiento rápido.

Desventajas de la Hidroponía

En el ámbito comercial el gasto inicial es relativamente alto

El costo para establecer un sistema de cultivo hidropónico a nivel comercial es alto, ya que se tiene que invertir en instalaciones y el sistema de riego.

Se necesita conocer y manejar la especie que se cultive en el sistema

Como en cualquier método de cultivo el desconocimiento de la planta y de su manejo es uno de los principales factores que ocasiona fracasos o pocos rendimientos.

Requiere un abastecimiento continuo de agua

Esta situación limita hasta cierto punto al cultivo hidropónico, pero es necesario resaltar que limita mucho más la agricultura de riego ya que en esta última se necesita más agua que la indispensable para mantener a un sistema hidropónico de las mismas dimensiones.

No existe una difusión amplia de lo que es la hidroponía (Sánchez y Escalante, 1988).

Triticale

El Triticale (*X Triticosecale Wittmack*) es un cereal sintético resultado del cruzamiento del Trigo (*Triticum aestivum*) y el Centeno (*Secale cereale*) obteniéndose por primera vez en 1876 aunque de forma estéril y siendo ya de forma fértil en 1888. Se considera como un buen cultivo para medioambientes

secos donde la productividad de cultivos más tradicionales como el trigo se ve limitada (Ford *et al.*, 1984).

Además el triticales es capaz de resistir factores bióticos y no bióticos desfavorables y producir un buen rendimiento en regiones marginales (Matinek *et al.*, 2008).

Reséndiz, (1987), menciona que el potencial del triticales como un forraje suplementario de invierno muestra ser alto, así como el contenido de proteínas, por tener un rápido crecimiento y alto rendimiento.

Debido a su alta productividad, el triticales es una alternativa apropiada para sustituir otros cereales y el crecimiento de su uso y productividad seguramente continuará, (Bassu y Asseng, 2011).

Usos del Triticales

Dentro de los usos más importantes, es el que se destina a la alimentación humana y animal; aunque su uso es limitado en la alimentación humana; dado que tiene un alto rendimiento en la producción de grano y al tener valores altos de proteína, es ideal en la producción de harina al tener un valor alimenticio bastante alto, motivo por el cual es utilizado en la producción de pasteles, galletas así como sémolas. En la alimentación animal es a través de alimentos balanceados, en la producción de forraje para ensilaje o bien para el pastoreo directo (Royo, 1992).

Experimentos con Triticale

Se sometieron a treinta cabras criollas divididas en tres Tratamiento (n=10) a un experimento de alimentación en el que se comparó el heno de Triticale con el heno de Rye Grass y su combinación; T1: Rye Grass; T2: Triticale/Rye Grass; T3: Triticale, para estimar las ganancias diarias de peso (GDP) y la producción lechera. Ríos, (1996) encontró que en cuanto a la GDP el heno de Rye Grass (T1) mostró diferencias significativas ($P < 0.01$) con una ganancia de 0.156 kg/día comparada con 0.131 kg/día del T2 y 0.130 kg/día del T3. En cuanto a la producción de leche, no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$).

Forraje Hidropónico (FH)

El forraje hidropónico (FH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. En la práctica, el FH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo.

Covarrubias y Peralta, (1989), mencionan que los cultivos hidropónicos de forraje constituyen una alternativa para la alimentación de especies de rumiantes y monogástricos en épocas de sequía o como suplementación para reemplazo parcial de concentrados a base de granos de cereales.

Es también un alimento con el suficiente valor nutricional para considerarlo como un suplemento alimenticio ideal para elevar la condición nutricional del ganado, principalmente en zonas áridas y semiáridas donde es común que los

animales pasen por periodos de subnutrición en diferentes etapas de su vida (Espinoza *et al.*, 2007).

El uso del forraje hidropónico ha mostrado excelentes resultados en animales monogástricos y rumiantes, ya que estos animales consumen las primeras hojas verdes (parte aérea), los restos de las semillas y la zona radicular, todo lo cual constituye un alimento completo en carbohidratos y proteínas; además cabe mencionar que su aspecto, sabor, color, textura (características organolépticas) le dan una gran palatabilidad al tiempo que aumentan la asimilación de otros alimentos, mejorando el metabolismo del animal (Guzmán, 2006).

Proporcionar un Forraje Hidropónico trae consigo las siguientes ventajas: (Rodríguez 2003).

- Es un alimento de alta digestibilidad
- Es un alimento con altos porcentajes de proteínas
- Las trazas de sales minerales que contiene le servirán de complemento de los mismos.

Se ha reportado que los establos lecheros que suministran alrededor de 18 a 20 kilos de FH por cabeza, han incrementado su producción de leche de 10 a 12.5 por ciento. Al mismo tiempo este alimento ha aumentado la fertilidad, disminuido la incidencia de mastitis y ha reducido el índice de abortos; pero sobre todo, ha bajado considerablemente el costo de alimentación por cabeza. (Rodríguez, 2003).

MATERIALES Y METODOS

Localización

Este experimento se llevo a cabo en las instalaciones de producción ovino-caprinas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista Saltillo Coahuila México (25°21´14.19” Latitud Norte y 101° 01´ 57.75” Longitud Oeste) con una altitud de 1770 msnm, precipitación pluvial anual media de 303.9 mm y temperatura anual media de 18 °C, (García, 1984).

El trabajo se realizo durante 98 días (del 24 de Noviembre de 2012 al 2 de Marzo de 2013).

Diseño del experimento

Se utilizaron 15 cabras de la raza Murciano-Granadina al pico de la lactancia, las cuales fueron distribuidas en 3 Grupos (n=5). Para el acomodo de los Tratamientos se usó como parámetro de distribución el peso, equilibrando el peso total entre tratamientos.

Tratamientos

En el cuadro 2 se muestran la composición de las diferentes dietas para cada tratamiento.

Cuadro 2. Composición (%) de los ingredientes por tratamiento.

Ingrediente	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Heno de alfalfa	70%	50%	30%
Forraje hidropónico de triticale	0%	20%	40%
Concentrado (Apileche®)	30%	30%	30%

Alimentación

Todos los animales fueron alimentados por la mañana (08:00 h). Para el T1 el heno de alfalfa se ofreció en una sola toma. Para el T2 y T3 primero se ofrecía el forraje hidropónico de triticale, una vez consumido el forraje hidropónico se daba la porción correspondiente de heno de alfalfa para el T2 y T3, ya por la tarde (14:00 h) se les proporcionaba el concentrado a todos los animales, distribuido en los comederos. Así como agua a libre acceso. Para los grupos T2 y T3, se llevo a cabo un periodo de adaptación al FH durante 12 días previo al inicio del experimento.

Muestreos

Los muestreos de heces y sangre, la toma de datos de peso de las cabras y cabritos, la condición corporal (CC), la FAMACHA, se realizaron el día cero y

cada 14 días. Para obtener la producción de leche, la noche anterior al muestreo se separaba a las crías de las cabras, en la mañana se pesaban las crías (Peso 1) y luego se amarraban a las chivas para dejar que las crías consumieran leche durante un lapso de media hora, al terminar este tiempo, se tomaban a las crías y se volvían a pesar (Peso 2). De la diferencia entre ambos pesos (Peso 2 - Peso 1), se obtenía los datos de consumo (individual de cada cabrito) y producción de leche en una sola toma al día (aumento de peso de la madre y las crías).

Los materiales utilizados para los muestreos fueron:

- Guantes de látex
- Tubos con EDTA
- Agujas vacutainer
- Bascula
- Bolsa para la recolección de heces
- Carta FAMACHA
- Libreta de campo

Después de cada muestreo, las muestras fueron enviadas al laboratorio para realizar la prueba de McMaster modificado para el conteo de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales (HPG) y con la sangre se determinó el porcentaje de hematocrito (PCV).

Para los análisis de HPG y Hematocrito, los materiales y equipos utilizados fueron:

- Microscopio (10x)
- Centrifuga
- Microtubos (tubos capilares)
- Cámara McMaster (2 x .15 ml)
- Regla
- Morteros

- Solución azucarada
- Jeringas

Técnica McMaster (conteo de huevos de nematodo por gr de heces)

La técnica de McMaster emplea cámaras de conteo que posibilitan el examen microscópico de un volumen conocido de suspensión de materia fecal (2 x 0.15 ml) (Pereckiene *et al.*, 2010).

Para preparar la suspensión se emplea un peso de heces y un volumen de líquido de flotación conocidos, lo que permite calcular el número de huevos por gramo de heces (HPG).

Las cantidades son elegidas de tal manera que la cuenta de huevos fecales puede ser fácilmente derivado al multiplicar el número de huevos dentro de las áreas marcadas por un simple factor de conversión.

La cámara de McMaster tiene dos o más componentes, cada uno marcado con un grabado sobre la superficie superior. 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 nematodos flotan hacia la superficie, en donde son observados fácilmente y contados los que están dentro de la rejilla.

Procedimiento

1. Pesar 2 gramos de materia fecal y colocarlos dentro de un recipiente (mortero).
2. Añadir 28 ml de fluido de flotación (solución azucarada).
3. Disgregación de la materia fecal en el caso de cabra se usa un mortero, se usa un colador de 0.5mm para la filtración de la suspensión.

4. Se deja reposar para permitir que los huevos floten.
5. Enseguida con la ayuda de una jeringa se llenan los dos compartimientos y se dejan reposar por 5 minutos, para permitir que los huevos floten hacia la superficie de la cámara.
6. Por último se procede a colocar la cámara en el microscopio en la lente 10x, se cuentan los huevos que queden dentro de las rejillas de la cámara y se procede a hacer un cálculo sencillo para determinar el número de huevos por gramo de heces.

El número de huevos por gramo puede ser calculado de la siguiente manera:

- Se deben contar la totalidad de los huevos dentro de la rejilla de cada cámara, ignorando aquello afuera de la cámara, como se muestra en la figura 3.
- Se puede emplear una muestra de animales independientes para cada celda de la cámara, en este caso se multiplica el número de huevos encontrados por 100 lo que equivale al número de huevos por gramo de materia fecal (HPG).
- Se puede usar la muestra de un mismo animal para las dos celdas, se cuenta el total de huevos en ambas celdas y se los multiplica por 50.

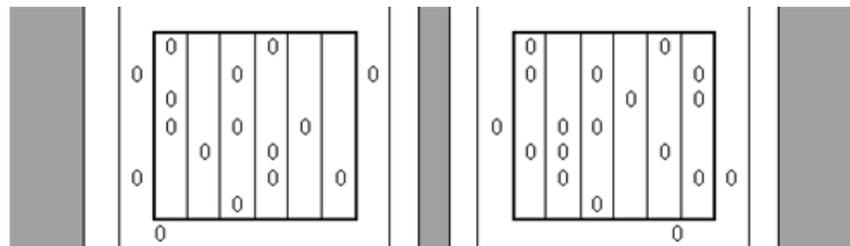


Figura 3. Conteo de huevos en la cámara McMaster.

(http://www.camaramcmaster.com/tecnica_mcmaster.htm)

Técnica Hematológica (Hematocrito)

El hematocrito es el porcentaje del volumen total de la sangre compuesta por glóbulos rojos. El hematocrito (PCV, Packed Cell Volume) se puede determinar por centrifugación de sangre heparinizada en un tubo capilar a 10,000 rpm durante cinco minutos. Esto separa la sangre en capas. El volumen de concentrado de glóbulos rojos, dividido por el volumen total de la muestra de sangre da el PCV (Malan y Van Wyk, 1992), como se muestra en la figura 4. Los valores normales de hematocrito se presentan en el cuadro 3.

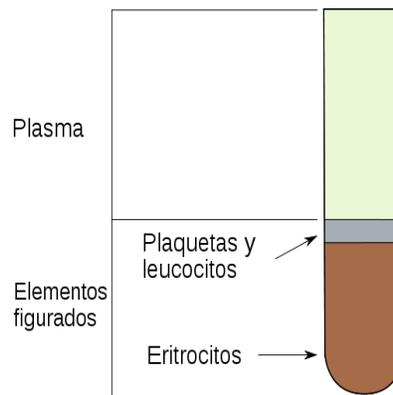


Figura 4. Medición de hematocrito.

Cuadro 3. Valores normales de hematocrito para diferentes especies.

ESPECIE	HEMATOCRITO %
EQUINOS	32 – 48
CANINOS	37 – 55
FELINOS	24 – 45
BOVINOS	24 – 46
OVINOS	27 – 45
CAPRINOS	24 – 48
SUINOS	32 – 50

FAMACHA

Mediante el uso de la carta FAMACHA, figura 2, se determina la coloración de la conjuntiva ocular, se monitorio en cada muestreo. Malan y Van Wyk, (1992), mencionan que hay correlación con el PCV y la presencia de *H. contortus*.

Condición Corporal (CC)

También se tomaron datos de la Condición Corporal (CC) durante todos los muestreos, de acuerdo a Honhold y petit, (1986), esta medida se ve menos afectada por variables como peso corporal, al tomarla como un estimativo de la condición del animal y estado nutricional.

La CC es una evaluación subjetiva de la cantidad de energía almacenada en forma de grasa y musculo que un animal posee en un momento dado. Los cambios en la misma constituyen una guía mas confiable y practica que el peso corporal para establecer el estado nutricional (Frasinelli *et al.*, 2004).

Producción de Forraje Hidropónico de Triticale

Durante este experimento se produjo forraje hidropónico de triticales en las instalaciones del Departamento de Horticultura.

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados con un diseño Completamente al Azar en el programa SAS (2002) versión 9.1 para Windows, las variables de respuesta fueron: Huevos por gramo de heces (HPG), Hematocrito (PVC), FAMACHA, Condición Corporal, producción de leche, peso de las cabras y los cabritos. Los efectos principales fueron el nivel de Forraje Hidropónico en las dietas y el tiempo de los muestreos.

Análisis Bromatológico de los Alimentos

Se realizó un análisis bromatológico de los alimentos usados en este experimento para determinar la calidad y la cantidad de nutrientes los cuales se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis bromatológico de los alimentos en base a MS.

Determinación	Alimentos		
	Heno de Alfalfa	Triticale Hidropónico	Concentrado Apileche®
Humedad (%)	11.25	79.2	12
Materia Seca (%)	88.75	20.8	88
Cenizas (%)	13.36	2.68	6.64
Proteína Cruda (%)	19.49	18.89	16.32
Fibra Cruda (%)	23.65	12.39	5.96
E.E. (%)	1.16	2.79	4.69
E.L.N. (%)	42.34	63.25	66.39
FDN (%)	39.47	59.62	49.63
FDA (%)	27.96	18.15	12.91
Lignina (%)	7.89	5.43	3.36

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Huevos de nematodos por gramo de heces (HPG)

Los resultados de cuenta de HPG de NGI se muestra en el cuadro 5, donde se muestra que la cuenta de HPG fue afectada por la suplementación con triticale ($P < 0.0001$).

Cuadro 5. Cuenta de HPG de NGI en cabras lecheras de la raza Murciano-Granadinas suplementadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de triticale (*X. Triticosecale Witt.*).

Tratamiento	MMC*	EEM**	N	P***
0%	166.25 a	9.224	40	<0.0001
20%	157.30 ab	9.224	40	<0.0001
40%	130.00 b	9.224	40	<0.0001

*Media de Mínimos Cuadrados; **Error Estándar de la Media; ***Probabilidad estadística $P < 0.05$ estadísticamente diferente

De acuerdo con los resultados obtenidos en este experimento se puede ver que la suplementación con ingredientes altos en proteína como el heno de alfalfa, Forraje Hidropónico de triticale y concentrados energéticos, ayuda a la disminución de la carga parasitaria que va muy relacionada con el Hematocrito en sangre (PCV), de acuerdo a la conclusión que llegaron Malan y Van Wyk, (1992).

Aguilar-Caballero *et al.*, (2011), mencionan que la suplementación con proteína dietética mejora la resistencia contra infecciones de NGI tanto en ovinos como en caprinos. Se reporta que los animales suplementados reducen sus cargas de huevos por gramo de heces e incrementan su cuenta de eosinofilos periféricos. Las fuentes de energía, como el maíz y la melaza, han demostrado su eficacia para el control de los NGI (Torres-Acosta *et al.*, 2012).

En la figura 5, se muestra la interacción de tratamiento por tiempo, en el eje de las Y se muestra el numero de huevos de nematodos en heces, en el eje de las X se muestran los días posparto (muestreos).

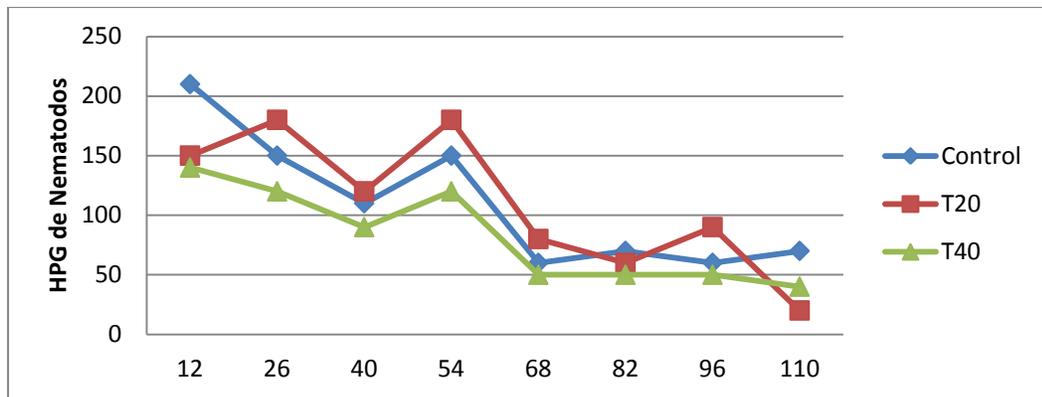


Figura 5. Conteo de HPG de NGI en cabras lecheras de la raza Murciano-Granadina, alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (*X. Triticosecale Witt.*) a lo largo del experimento (D).

Como se puede observar en la figura 5, el conteo de huevos de nematodos por gramo de heces (HPG) van disminuyendo en el transcurso del experimento, habiendo diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.0001$), siendo el T2 el que presenta menores conteos de HPG. Coop y Kyriazakis (1999), concluyen que dietas ricas en proteína de alto valor biológico dificultan el establecimiento de parásitos.

Hematocrito (PCV)

En el análisis estadístico para la variable hematocrito (PCV), el tratamiento control (T1), tiene los mejores niveles de % de PCV, con respecto al T2 y T3. Por lo tanto hay diferencia significativa entre tratamientos (P=0.0001). Las medias corregidas de los tratamientos se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Porcentaje de Hematocrito (PCV), en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de Triticale (*X. Triticosecale Witt.*).

Tratamiento	MMC*	EEM*	N	P***
0%	33.437 a	1.268	35	<0.0001
20%	31.068 ab	1.268	35	<0.0001
40%	27.451 b	1.268	35	<0.0001

*Media de Mínimos Cuadrados; **Error Estándar de la Media; ***Probabilidad estadística P<0.05 estadísticamente diferente

Como se puede observar en el cuadro 6, el T1 es el que presenta los mejores porcentaje de hematocrito, Malan y Van Wyk., (1992), concluyen que la disminución en la cuenta de HPG de NGI está muy relacionada con los niveles de hematocrito en sangre, el nivel de hematocrito es afectado negativamente en presencia de los NGI (Angulo *et al.*, 2007). De acuerdo con esto el T3 debería ser el que tuviera los mejores niveles de hematocrito debido a los resultados que mostro en la cuenta de HPG. Morales *et al.*, (2002), hacen mención de que los animales con un elevado número de huevos en heces presentan niveles bajos de hematocrito.

Guzmán y Callacná, (2013), concluyen que los valores hematológicos en cabras varían en función de su estado fisiológico reproductivo y de acuerdo a su tipo de alimentación.

Una explicación es que en los tratamientos 2 y 3 con FH, se alterara el PCV debido a que el 80% de este alimento es agua.

En la figura 6, se muestra el porcentaje de hematocrito en sangre de cabras lecheras alimentadas con varios niveles de FH en los diferentes tiempos. A medida que transcurre el experimento los niveles de hematocrito mejoran.

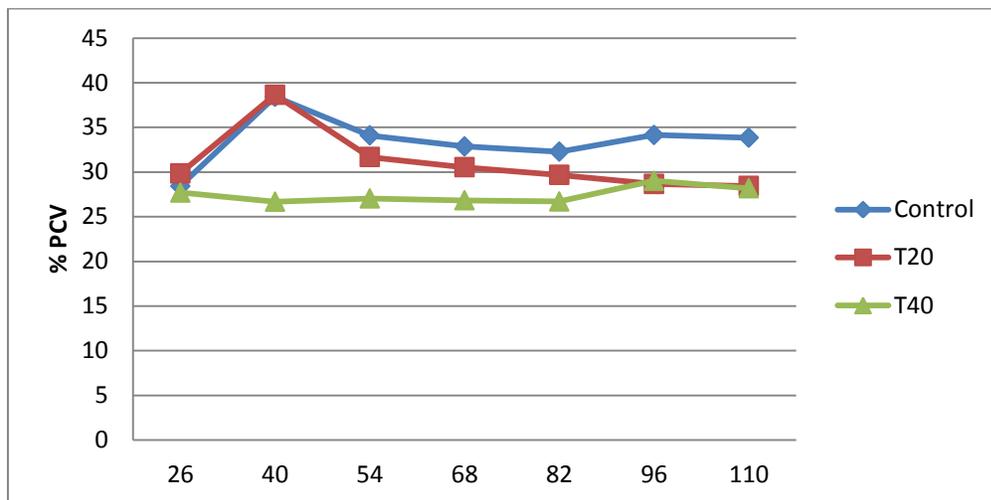


Figura 6. Hematocrito en sangre (%) en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (*X. Triticosecale Witt.*) a lo largo del experimento (D).

Condición Corporal (CC)

El análisis estadístico para la condición corporal de las cabras no mostró diferencia alguna entre los diferentes tratamientos ($P > 0.05$) tal como se puede ver en el cuadro 7.

Cuadro 7. Condición Corporal (CC), en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticale (*X. Triticosecale Witt.*).

Tratamiento	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
0%	40	59.0
20%	40	64.2
40%	40	58.3

$$\chi^2 = 0.576621$$

La Condición Corporal (CC) con respecto a los tiempos, no se observa diferencias significativas entre los tratamientos $P > 0.05$ (figura 7).

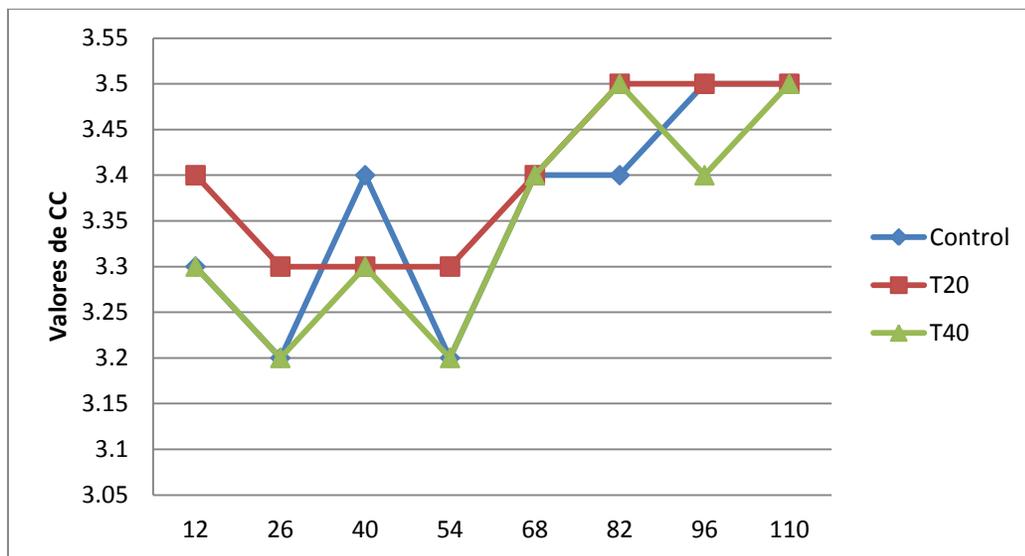


Figura 7. Valores de Condición Corporal (CC) en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (*X. Triticosecale Witt.*) a lo largo del experimento (D).

FAMACHA

En la variable FAMACHA, el análisis estadístico mostró que no hay significancia $P > 0.05$ entre los tratamientos, (cuadro 8).

Cuadro 8. FAMACHA, en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticale (*X. Triticosecale Witt.*).

Tratamiento	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
0%	40	64.887
20%	40	61.025
40%	40	55.587

$$\chi^2 = 0.372778$$

De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento y comparada con la conclusión a que llegaron Malan y Van Wyk., (1992) mencionando que hay correlación con el PCV y la presencia de *H. contortus*. Se pueden ver en las figuras 5, 6 y 8. Que a medida que disminuye el número de huevos de nematodos aumenta el porcentaje de Hematocrito y se mejora la coloración de la conjuntiva ocular.

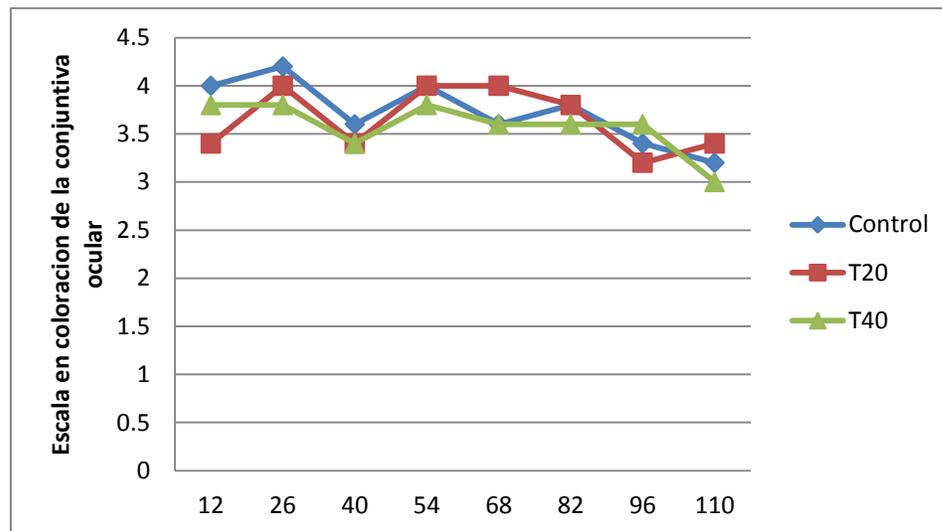


Figura 8. Escala en la coloración de la conjuntiva ocular (FAMACHA), en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (*X. Triticosecale Witt.*) a lo largo del experimento (D).

Producción de Leche

En el cuadro 9, se muestra el resultados para la producción de leche, no hubo diferencias significativas ($P>0.05$).

Cuadro 9. Producción de leche en una sola toma de cabritos en cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticale (*X. Triticosecale Witt.*).

Tratamiento	MMC*	EEM*	N	P***
0%	358.85 a	39.38	35	0.357
20%	416.28 a	39.38	35	0.357
40%	338.85 a	39.38	35	0.357

*Media de Mínimos Cuadrados; **Error Estándar de la Media; ***Probabilidad estadística $P\geq 0.05$ no estadísticamente diferente

La producción de leche no se vio afectada por la inclusión de Forraje Hidropónico de Triticale. García *et al.*, (2013) reportan que obtuvieron mejoras en la producción de leche para cabras alimentadas con maíz hidropónico en un 30% de la ración comparadas contra 0% y 15% de FH en una dieta a base de Alfalfa y vaina de Mezquite, le atribuyen sus resultados a la selectividad por parte de la cabra, ya que al tener más opciones de forraje la cabra tiene un mejor consumo de alimento que cuando solo se le ofrecía heno de alfalfa.

Sepúlveda, (2013) Al hacer una regresión lineal con los datos de producción, encontró que el nivel óptimo de inclusión de triticale hidropónico es del 19.2%.

En la figura 9, se muestra la producción de leche en una sola toma el día a lo largo del experimento, donde se observa que los tres tratamientos tienen el mismo comportamiento.

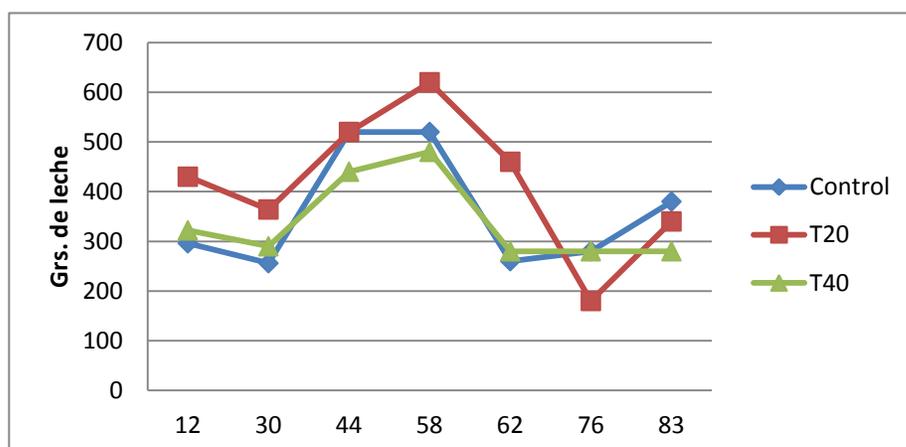


Figura 9. Producción de leche en una sola toma de los cabritos en cabras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (*X. Triticosecale Witt.*) a lo largo del experimento (D).

Peso de las cabras

No se encontró diferencia ($P > 0.05$) en el pesos de las cabras alimentadas con forraje hidropónico de triticale, como se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Pesos de las cabras (kg) de la raza Murciano-Granadina, con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (*X. Triticosecale Witt.*).

Tratamiento	MMC*	EEM**	n	P***
0%	35.945 a	0.944	40	0.146
20%	33.432 a	0.944	40	0.146
40%	33.980 a	0.944	40	0.146

*Media de Mínimos Cuadrados; **Error Estándar de la Media; ***Probabilidad estadística $P \geq 0.05$ no estadísticamente diferente

Además de no haber significancia entre tratamientos, se puede ver cómo es que disminuyen cuando la producción láctea aumenta (40 a 60 días

postparto) y de ahí empiezan a recuperar peso como se muestra en la figura 10. Cabe mencionar que hay una relación inversamente proporcional en el peso de las cabras y la lactancia.

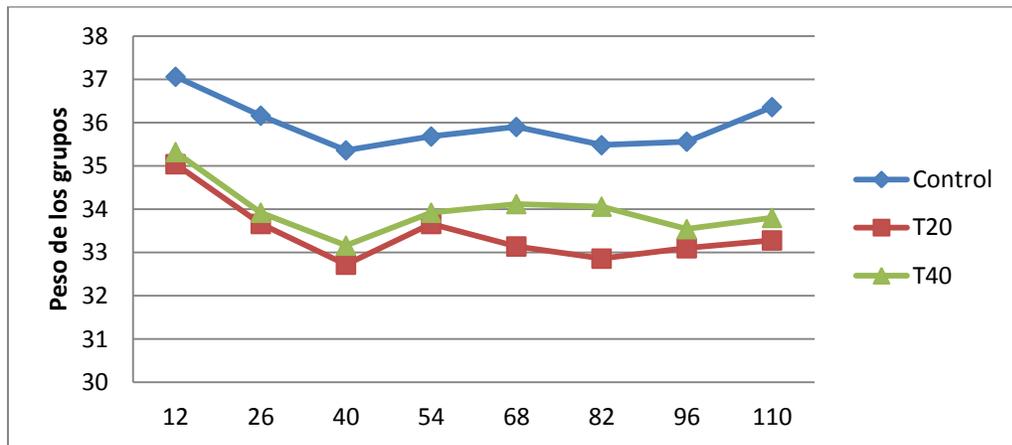


Figura 10. Peso de los grupos (Tratamientos) de cabras lecheras de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticale (*X. Triticosecale Witt.*) a lo largo del experimento (D).

En un estudio que realizó *Gracieras*, (2011) reporta que a medida que se incrementa la inclusión de triticale hidropónico (15, 30 y 45%) en la dieta de cabras Saanen y Alpinas, disminuían las ganancias diarias de peso. Mientras tanto, *Lopez et al.*, (2009) encontraron que la inclusión de FH en la dieta de cabras de la raza Nubia, incrementó significativamente la ganancia de peso en las cabras, concluyendo que el FH podría ayudar a elevar la condición nutricional del ganado.

Peso de los Cabritos

El estadístico nos muestra que hay significancia ($P < 0.0001$) como se muestra en el cuadro 11, siendo el T1 (control) el que muestra mayor incremento de peso en los cabritos, el tratamiento con el 20% de Forraje Hidropónico es el que obtuvo los cabritos con menor peso. En la figura 11 se muestran los incrementos de peso por tiempo.

Cuadro 11. Pesos de las crías (Kg) de cabras lecheras de la raza Murciano-Granadina alimentadas con tres niveles de Forraje Hidropónico de Triticale (*X. Triticosecale Witt.*).

Tratamiento	MMC*	EEM*	N	P***
0%	8.378 a	0.325	40	<0.0001
20%	6.636 b	0.297	56	<0.0001
40%	7.536 ab	0.275	48	<0.0001

*Media de Mínimos Cuadrados; **Error Estándar de la Media; ***Probabilidad estadística $P < 0.05$ estadísticamente diferente.

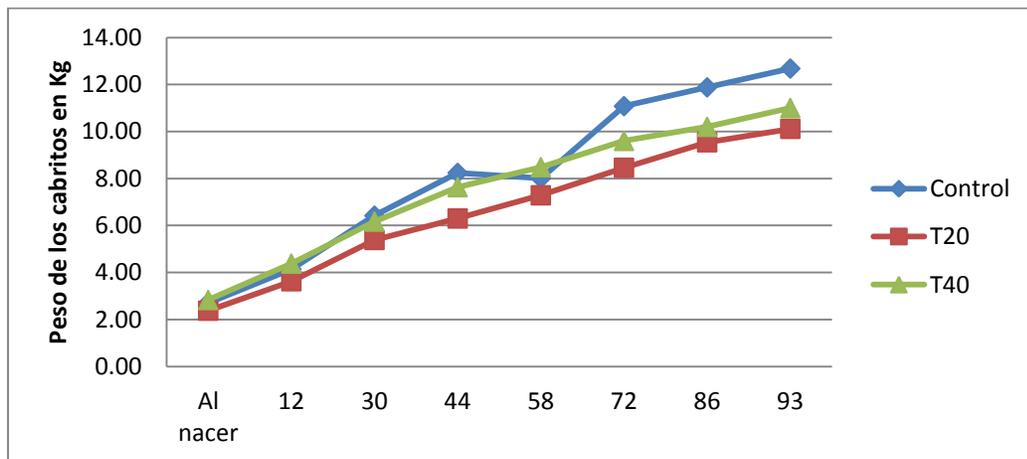


Figura 11. Peso de los cabritos, que fueron amamantados por cabra de la raza Murciana-Granadina alimentadas con Forraje Hidropónico de triticale (*X. Triticosecale Witt.*) a lo largo del experimento (D).

Como se puede observar en la figura 11, el tratamiento control, tuvo los mejores incrementos de peso, hay que tener en cuenta que eran menos crías (5), mientras que el T2, que era el que tenía mayor cantidad de cabritos (7), fue el tratamiento con menor promedio de peso durante el experimento.

CONCLUSIONES

En este estudio podemos concluir que la alimentación de cabras lecheras de la raza Murciano-Granadina con Forraje Hidropónico de Triticale, no representa resultados satisfactorios en cuanto a la producción de leche, pero la inclusión tanto de alimentos proteicos y energéticos sirven de ayuda para el control de nematodos gastrointestinales (NGI), esto es debido a que se disminuye la cuenta de huevos en heces, y los porcentajes de hematocrito en sangre se elevan y se mejora la nutrición de los animales.

El Forraje Hidropónico de triticale, no muestra mejora en los pesos de las cabras en lactancia pero tampoco afecta, con respecto al incremento de peso de los cabritos no hay mejoras significativas por parte del FH. El peso de los cabritos fue más bajo en el tratamiento 2.

El FH puede tomarse como una alternativa para la alimentación de ganado caprino en zonas donde hay poca disponibilidad de agua.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Caballero, A.J., Torres-Acosta, J.F., Cámara-Sarmiento, R., Hoste, H y Sandoval-Castro, C.A. 2008. Inmunidad contra los Nematodos Gastrointestinales: La historia caprina. ***Tropical and Subtropical Agroecosystems*** 9:73-82.
- Aguilar-Caballero, A.J., Cámara-Sarmiento, R., Torres-Acosta, J.F. y Sandoval-Castro, C. 2011. El control de los nematodos gastrointestinales en caprinos: ¿dónde estamos? ***Bioagrociencias***. Vol. 4 No. 2.
- Aguilar-Caballero, A.J., Torres-Acosta, J.F.J., Cámara-Sarmiento, R., Sandoval-Castro, C., Ortega-Pacheco, A. 2013. Suplementación alimenticia para el control de los nematodos gastrointestinales en ovinos bajo pastoreo en México. Chay-Canul, A., Casanova-Lugo, F. En: La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México. UJAT. ISBN: 978-607-606-120-6. Pp. 249-256.
- Alberti, E.G., Zanzani, S.A., Ferrari, N., Bruni, G. y Manfredi, M.T. 2012. Effects of gastrointestinal nematodes on milk productivity in three dairy goat breeds. ***Small Ruminant Research*** 106:SS12-S17
- Alonso, D.M.A., Torres, A.J.F., Sandoval, C.C.A., Hoste, H., Aguilar, C.A.J. y Capetillo, L.C.M. 2009. Preference of tanniniferous tree fodder offered to sheep and its relationship with in vitro gas production and digestibility. ***Animal Feed Science and Technology***. 151:75-85.
- Angulo, C.F., García, C.L., Cuquerella, M., Fuente, C. y Alunda, J.M. 2007. *Haemonchus contortus* – Sheep Relationship: A Review. *Rev. Cientif.* 6: 577-587.
- Bassu S. S., Asseng R. R. 2011. Yield benefits of triticale traits for wheat under current and future climates. ***Field Crops Research***. 124: 14-24.
- Ben Salem, H., Norman, H.C. y Nefzaoui, A. 2010. Potential use of old man saltbush (*Atriplex nummularia*) in sheep and goats feeding. ***Small Ruminant Research***. 91:13-28.

- Calderón-Quintal, J.A., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Alonso, M., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A.J. 2010. Adaptation of *Haemonchus contortus* to condensed tannins: can it be possible?. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 42: 165-171.
- Castells, D. 2004. Epidemiología y control de nematodos gastrointestinales de ovinos en el Uruguay. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay. Serie de actividades de difusión No. 359. pp 3-11.
- COOP, R.L., Kyriazakis, L. 1999. Nutrition Parasite interaction. ***Veterinary Parasitology***. 84: 187-204.
- Covarrubias L.M.A., Peralta C.A. 1989. Hidropónicos en la nutrición animal. Curso sobre Avances en Nutrición Animal. Bogotá, Colombia.
- Cruz, V.F. 2011. Resistencia genética y alimenticia a nematodos gastrointestinales en corderos F1 Katahdin y Pelibuey del sureste tropical Mexicano. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Durán R.F. 2007. Manual de explotación y reproducción en caprinos. Grupo Latino Editoriales. 1era Ed. pp. 254, 275, 392-457. Elizondo S.J.A. 2008. Requerimientos nutricionales de cabras lecheras I. Energía Metabolizable 1. *Agronomía Mesoamericana* 19(1) pp. 115-122.
- Espinoza J.L., Palacios A., Ávila N., Guillén A., De Luna R., Ortega R., Murillo B. 2007. La ganadería orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México: una revisión. ***Inter Ciencia***. 32: 385-390.
- Ford A.M., Austin R.B., Gregory R.S., Morgan C.L. 1984. A comparison of the grain and biomass yields of winter wheat, rye and triticale. *Journal of Agriculture and Science*. 103 pp. 395-403.
- Galindo-Barboza, A.J., Aguilar-Caballero, A.J., Cámara-Sarmiento, R., Sandoval-Castro, C.A., Ojeda-Robertos, N.F., Reyes-Ramírez, R., España-España, E., Torres-Acosta, J.F.J. 2011. Persistence of the efficacy of copper oxide wire particles against *Haemonchus contortus* in sheep. ***Veterinary Parasitology***. 176: 261-267.
- García, E., 1984. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4a edición. Ed. Offset Larrios, México, pág. 103.
- García C.M., Salas P.L., Esparza R.J.R., Preciado R.P., Romero P.J. 2013. Producción y calidad fisicoquímica de leche en cabras suplementadas con forraje verde hidropónico de maíz. ***Agronomía Mesoamericana***. 24: 169-176.

- Garcieras B.F. 2011. Cambios de peso de cabras alimentadas con forraje verde hidropónico de Triticale (*X Triticosecale Wittm.*) al final de la lactancia. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. pp. 28-35.
- Guzmán, R.Y.A. 2006. Determinación de la Densidad de Siembra y Dosis de Fertilización para la Producción del Forraje Verde Hidropónico de Trigo (*Triticum aestivum L.*) y Triticale (*X. triticosecale W.*) Bajo dos Condiciones de Lúz. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Guzmán, M. L.E., Callacná, C.M.A. 2013. Valores hematológicos de cabras criollas en dos estados fisiológicos reproductivos. **Scientia Agropecuaria**. 4: 285-292.
- Hein, W.R., Pernthaner, A., Piedrafita, D. y Meeusen, E.N. 2010. Immune mechanisms of resistance to gastrointestinal nematode infections in sheep. **Parasite Immunology** 32:541-548.
- Hernández-Villegas, M.M., Borges-Argáez, R., Rodríguez-Vivas, R.I., Torres-Acosta, J.F.J., Méndez-González, M. y Cáceres-Farfán. 2012. *In vivo* anthelmintic activity of *Phytolacca icosandra* against *Haemonchus contortus* in goats. **Veterinary Parasitology** 146:284-290.
- Honhold, N., Petit, H. y Halliwell, R.W. 1989. Condition scoring scheme for small east African goats in Zimbabwe. **Trop. Anim. Hlth. Prod.** 21: 121-127.
- Huterwal, O.G.1983. Hidroponía. Cultivo de plantas Sin Tierra. Editorial Albatros, Buenos Aires, Argentina.
- Jurado J.J. y Castillo J. 2007. Programa de selección genética de la raza caprina Murciana-Granadina. Departamento de Mejora Genética Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA). España.
- Khan, F.A., Sahoo, A., Dhakad, S., Pareek, K y Karim S.A. 2011. Effect of trickle infection with *Haemonchus contortus* on pathophysiology and metabolic responses of growing lambs. **Indian Journal of Animal Sciences** 81(10):1005-1009.
- Knox, M.R., Torres, A.J.F.J. y Aguilar, C.A.J. 2006. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance

- against gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**. 139: 385-393.
- López, R.O.A., González, G.R., Osorio, A.M.M., Aranda I.E. y Díaz R.P. 2013. Cargas y especies prevalentes de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo destinados al abasto. **Rev Mex Cienc Pecu** 4(2):223-234.
- López A., Murillo A. y Rodríguez Q.B. 2009. El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. **Inter Ciencia**. 34: 121-126.
- Luna-Palomera C., Santamaría-Mayo E., Berúmen-Alatorre A.C., Gómez-Vázquez A. y Maldonado-García N.M. 2010. Suplementación energética y proteica en el control de nematodos gastrointestinales en corderas de pelo. **Revista Electrónica de Veterinaria**. Vol.11 No.7.
- Mahieu, M., Arquet, R., Kandassamy, T., Mandonnet, N. y Hoste, H. 2007. Evaluation of targeted drenching using Famacha# method in Creole goat: Reduction of anthelmintic use, and effects on kid production and pasture contamination. **Veterinary Parasitology**. 189:135-147.
- Malan, F.S., Van Wyk, J.A. 1992. The packed cell volumen and colour of the conjunctivae as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestations in sheep. Ln: Proceedings of de South Africa Veterinary Association Biennial National Veterinary Congress. Grahamstown, FAO. 139.
- Matinek P., Vinterová M., Buresova I., Vyhnanek T. 2008. Agronomic and quality characteristics of triticale (*X Triticosecale Wittmack*) with HMW glutenin subunits 5+10. **Journal of Cereal Science**. 47: 68-78.
- Márquez, L.D. 2007. Resistencia a los Antihelmínticos en nematodos de rumiantes y estrategias para su control. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y Colciencia. Bogotá, Colombia.
- Martínez Ortiz de Montellano, C., Vargas-Magaña J.J., Aguilar-Caballero A.J., Sandoval-Castro C.A., Cob-Galera L., May-Martínez M., Miranda-Soberanis, L., Hoste H., Torres-Acosta J.F.J. 2007. Combining the effects of supplementary feeding and copper oxide needles improves the control of gastrointestinal nematodes in browsing goats. **Veterinary Parasitology**. 146: 66-67.
- Maya, D.A.F. y Quijije, M.J.K. 2011. Determinación de la carga parasitaria en tres especies zootécnicas (*Bos taurus*, *Ovis aries* y *Equus caballus*) y su relación con la condición climática. Tesis. Sangolqui, Ecuador.

- Meeusen, E.N., Balic, A., Bowles, V. 2005. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. **Vet. Immunol. Immunopathol.**108: 121–125.
- Mitreva, M., Zarlenga, D.S., McCarter, J.P. y Jasmer, D.P. 2007. Parasitic nematodes-From genomes to control. **Veterinary Parasitology** 148:31–42.
- Morales, G.R., Pinto, L.A., León, L., Rondón, Z., Guillen, A., Balestrini, C. y Silva, M. 2002. Relación entre los parámetros hematológicos y el nivel de infestación parasitaria en ovinos de remplazo. **Veterinaria Trop.** 27: 87-98.
- Ojeda-Robertos, F.N., Mendoza-de Gives, P., Torres-Acosta, F. J., Rodríguez-Vivas, R.I., Aguilar-Caballero A. J. 2005. Evaluating the effectiveness of a Mexican strain of *Duddingtonia flagrans* as a biological control agent against gastrointestinal nematodes in goat faeces. **Journal of Helminthology.** 79: 151-157.
- Pereckiene, A., Petkevicius, S. y Vysniauskas, A. 2010. Comparative evaluation of efficiency of traditional McMaster chamber and newly designed chamber for the enumeration of nematode eggs. **Acta Veterinaria Scandinavica** 52.
- Resendiz G.J.L. 1987. Comportamiento de Triticale (*X Triticosecale Wittmack*) completos y substituidos en dos ambientes del norte de México. UAAAN. Tesis de Licenciatura. pp. 8-19.
- Retama-Flores, C., Torres-Acosta, J.F., Sandoval-Castro, C.A., Aguilar-Caballero, A.J., Cámara-Sarmiento, R., Canul-Ku, H.L. 2012. Maize supplementation of Pelibuey sheep in a silvopastoral system: fodder selection, nutrient intake and resilience against gastrointestinal nematodes. **Animal.** 6: 145-153.
- Ríos, D.A.L. 2011. Alternativas naturales para el control de parásitos gastrointestinales de ovinos y caprinos. Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía-Universidad Central de Venezuela. Consultado en: <http://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/alternativas-naturales-control-parasitos-t3875/p0.htm>.
- Rodríguez, S.A.C.2003. Forraje Verde Hidropónico. 1ª edición. Editorial Diana. S.A.de C.V. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Ruíz Zárate, F., Olivas Salazar, R., Anquino-Ozuna, A., Villaseñor Ramos, R., Aguilar-Caballero, A.J. 2013. Resistencia antihelmíntica en Cabras Boer y

Murciano Granadina en un sistema de producción mixto en Saltillo Coahuila, México. XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria. IX Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico. 22-24 de mayo de 2013, Villahermosa Tabasco. Pp. 799-8002.

Sánchez, C. A. 2001. Manual técnico “producción de forraje Verde Hidropónico” Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Consultado en: <http://www.vlc.fao.org./prior/segalim/forraje.htm>.

Sánchez del C. F. y Escalante, R.R.E. 1988. Un sistema de producción de plantas. Hidroponía principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma Chapingo. 3ª edición.

Sepúlveda, P.H. 2013. Producción y calidad de la leche en cabras Murciano-Granadinas alimentadas con triticale hidropónico. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

SAS (Statistical Analysis System). 2002. (SAS Institute Inc.). User's Guide Statistics Version 9.1.for Windows. SAS Inc. Cary, NC. USA.

Silanikove N., Leitner G., Merin U., Prosser C.G. 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. ***Small Ruminant Research*** 89: 110-124.

Terrill, T.H., Miller, J.E., Burke, J.M., Mosjidis, J.A. y Kaplan, R.M. 2012. Experiences with integrated concepts for the control of *Haemonchus contortus* in sheep and goats in the United States. ***Veterinary Parasitology*** 186:28-37.

Torres-Acosta, J.F. y Aguilar-Caballero, A.J. 2005. Epidemiología, prevención y control de nematodos gastrointestinales en rumiantes. In: Rodríguez-Vivas, R.I. Ed. Enfermedades de importancia económica en producción animal. Edit. McGraw-Hill. ISBN: 970-10-4876-8. Pp. 145-173.

Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A.J., Camara-Sarmiento, R. y Alonso-Díaz, M.A. 2012a. Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions. ***Small Ruminant Research***. 103:28-40.

Torres-Acosta, J.F.J., Mendoza-de-Gives, P., Aguilar-Caballero, A.J., Cuéllar-Ordaz, J.A. 2012b. Anthelmintic resistance in sheep farms: Update of the situation in the American continent. ***Veterinary Parasitology***, 189: 89-96.

- Torres-Acosta, J.F.J. Pérez-Cruz, M. Canul-Ku, H.L. Soto-Barrientos, N. Cámara-Sarmiento, R. Aguilar-Caballero, A.J. Lozano-Argáes, I. Le-Bigot, C. Hoste, H. 2014. Building a combined targeted selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats. ***Small Ruminant Research***. In Press. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.01.009
- Vargas-Magaña, J. J., Aguilar-Caballero, A. J., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Hoste, H. C., Capetillo-Leal, M. 2013. Tropical tannin-rich fodder intake modifies saliva-binding capacity in growing sheep. *Animal*. 7: 1921-1924.
- Whitley, N.C., Miller, J.E., Burke, J.M., Cazac, D., O'Brien, D.J., Dykes, L. y Muir, J.P. 2009. Effect of high tannin grain sorghum on gastrointestinal parasite fecal egg counts in goats. ***Small Ruminant Research*** 87:105-107.
- Yacob, H.T., Basazine, B.K y Basu, A.K. 2008. Experimental concurrent infection of Afar breed goats with *Oestrus ovis* (L1) and *Haemonchus contortus* (L3): Interaction between parasite populations, changes in parasitological and basic haematological parameters. ***Experimental Parasitology***. 120:180-184.

*El Sacrificio de Hoy es el
Éxito del Mañana...*