

**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO**

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**“TAMAÑO DE CAMADA Y PESO VIVO DE LOS CORDEROS  
EN RELACIÓN CON LA CARGA PARASITARIA DE OVEJAS  
KATAHDIN LACTANTES”**

**Tesis**

**Que para obtener el Título de**

**LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**Presenta**

**Jorge Adrián Baeza Alcudia**

**Asesores**

**M.A.A. Alma Catalina Berumen Alatorre**

**M. C. Claudia Virginia Zaragoza Vera**

Villahermosa, Tabasco, octubre de 2019



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**Asunto: Autorización de impresión  
de Trabajo Recepcional.**

**Fecha: 23 de octubre de 2019.**

**LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y  
TITULACIÓN DE LA UJAT.  
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted que con base en el artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo autoriza al (la) C. Jorge Adrián Baeza Alcudia, con matrícula 131C13034, egresado(a) de la Licenciatura de Médico Veterinario Zootecnista de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, la impresión de su Trabajo Recepcional bajo la modalidad de Tesis, titulado: "Tamaño de camada y peso vivo de los corderos en relación con la carga parasitaria de ovejas Kathadin lactantes".

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**Ph.D. ROBERTO ANTONIO CANTÚ GARCÍA  
DIRECTOR**

**U.J.A.T.**



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DIRECCIÓN**

C.c.p.- Expediente Alumno.  
Archivo  
Ph.D.RACG/MC.AMA

Miembro CUMEX desde 2008  
**Consortio de  
Universidades  
Mexicanas**  
UNA ALIANZA DE CALIDAD POR LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Km 25, Carret. Villahermosa-Teapa  
Ra. La Huasteca, 2ª sección, 86298, Centro, Tabasco, México  
Tel. (+52 993) 358-15-85 y 142-9150

Correos electrónicos: [direccion.daca@ujat.mx](mailto:direccion.daca@ujat.mx), [daca.direccion@gmail.com](mailto:daca.direccion@gmail.com)

[www.ujat.mx](http://www.ujat.mx)

[www.facebook.com/ujat.mx](https://www.facebook.com/ujat.mx) | [www.twitter.com/ujat](https://www.twitter.com/ujat) | [www.youtube.com/UJATmx](https://www.youtube.com/UJATmx)

## CARTA DE AUTORIZACION

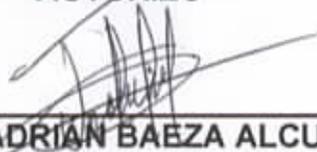
El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la tesis de grado denominada "Tamaño de la camada y peso vivo de los corderos en relación con la carga parasitaria de ovejas Katahdin lactantes", de la cual soy autor y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro, autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitativa para subirla a la red abierta de bibliotecas digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 24 días del mes de octubre del año 2019.

**AUTORIZO**



---

**JORGE ADRIAN BAEZA ALCUDIA**  
Pasante de Medicina Veterinaria y Zootecnia

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.1.1 Objetivos específicos.....	2
<b>2. REVISION DE LITERATURA</b> .....	2
2.1 Nematodos gastrointestinales (NGI) en ovinos .....	2
2.1.1 Ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales .....	2
2.2 Resistencia antihelmíntica.....	4
2.3 Métodos de control alternativo de los nematodos gastrointestinales.....	4
2.4 Selección de ovinos resistentes a los nematodos gastrointestinales.....	5
2.4.1 Marcadores de resistencia contra los nematodos gastrointestinales en ovinos.....	6
2.4.1.1 Factores en el hospedero que influyen en los marcadores de resistencia contra los NGI.....	6
2.4.2 Resistencia de las razas ovinas a los NGI .....	7
2.5 Respuesta inmune.....	10
2.5.1 Inmunidad innata e inmunidad adquirida.....	10
2.5.2 Respuesta inmune celular.....	11
2.5.3 Respuesta inmune humoral.....	12
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	13
3.1 Ubicación.....	13
3.2 Diseño de estudio.....	13
3.3 Mediciones.....	14
3.3.1 Tipo de parto.....	14
3.3.2 Cuenta de huevos por gramo de heces (HPG).....	14
3.3.3 Coprocultivos.....	14
3.3.4 Mediciones hematológicas.....	14
3.3.5 Mediciones inmunológicas.....	15
3.3.6 Peso vivo.....	15
3.4 Análisis estadístico.....	15

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
5. DISCUSIÓN.....	16
6. CONCLUSIÓN.....	19
7. REFERENCIAS.....	20

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Segregación de corderos como resistentes y susceptibles contra los NGI en base a HPG y Ht en el trópico de México .....	9
Cuadro 2. Peso al nacimiento y al destete (Promedio $\pm$ desviación estándar) en corderos nacidos de partos simples y dobles en ovejas Katahdin infectadas naturalmente con NGI durante el pastoreo en el trópico húmedo de México.....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de los NGI.....	3
Figura 2. Efecto del tamaño de la camada sobre cuenta de huevos por gramo de heces de NGI en ovejas Katahdin en el trópico húmedo de México.....	16
Figura 3. Efecto del tamaño de camada sobre el hematocrito de ovejas Katahdin infectadas naturalmente en el trópico húmedo de México.....	17
Figura 4. Efecto del tamaño de camada sobre el número de eosinófilos en sangre de ovejas Katahdin infectadas naturalmente con NGI en el trópico húmedo de México.....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

El control de los nematodos gastrointestinales (NGI) en las ovejas en pastoreo es un problema de carácter mundial. La resistencia antihelmíntica está obligando al uso de los métodos alternativos de control de los NGI si se quiere mantener la producción de esta especie (Vercruyssen et al., 2018). La reproducción de ovejas de razas resistentes es una opción viable (Palomo-Couoh et al., 2016). Sin embargo, la relajación de la Inmunidad contra los NGI durante la lactación (RPI) es un fenómeno en el que las ovejas se vuelven la fuente más importante de infección en el rebaño (Sakkas et al., 2012). La RPI resulta del costo metabólico de las infecciones con NGI en las ovejas durante la lactación cuyos efectos negativos se reflejan en una menor producción de leche y menores pesos de destete en sus crías. La RPI puede ser manipulada a través de la suplementación alimenticia (Kerr et al., 2017). La edad y el tamaño de la camada también son factores que influyen sobre la RPI (Notter et al., 2017). Estudios recientes mostraron que las ovejas de raza Pelibuey son resistentes a las infecciones con NGI y que las ovejas Katahdin también presentaron esta cualidad, pero en menor proporción en el trópico subhúmedo de México (Palomo-Couoh et al., 2016). Hallazgos similares se reportaron en el trópico húmedo de México al compararse ovejas Pelibuey, Blackbelly y Katahdin (Zaragoza-Vera et al., 2019). En un estudio en el trópico húmedo de México, Campos-López et al. (2017) demostraron que las ovejas de raza Pelibuey con parto simple tenían menores cargas de HPG de NGI comparado con las ovejas de parto doble ( $P < 0.05$ ). Considerando la sensibilidad de las ovejas Katahdin comparado con ovejas Pelibuey. ¿Es posible que el tamaño de camada influya sobre las cuentas de huevos por gramo de heces (HPG) de NGI en las ovejas Katahdin durante la lactación? Por lo tanto, el objetivo del presente estudio será evaluar el efecto del tamaño de la camada durante la lactación sobre la cuenta de HPG de NGI, el hematocrito y los eosinófilos en sangre en ovejas Katahdin y el cambio de peso vivo de sus corderos al destete en el trópico húmedo de México.

### 1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del tamaño de la camada durante la lactación sobre la cuenta de HPG de NGI, el hematocrito y los eosinófilos en sangre en ovejas Katahdin y el cambio de peso vivo de sus corderos al destete en el trópico húmedo de México.

### 1.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del tamaño de la camada durante la lactación sobre la cuenta de HPG de NGI, el hematocrito y los eosinófilos en sangre en ovejas Katahdin.
- Evaluar el efecto del tamaño de la camada y el cambio de peso vivo de corderos Katahdin destetados de madres estudiadas en el presente estudio.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Nematodos gastrointestinales en ovinos

#### 2.1.1. Ciclo de vida de los nematodos gastrointestinales

Los nematodos gastrointestinales (NGI) causan enfermedades en los animales jóvenes y viejos o malnutrición en adultos, como resultado del subdesarrollo o alteraciones en la respuesta inmune. Los NGI pueden encontrarse en el abomaso o el intestino delgado y grueso del hospedero (Mederos et al., 2010) donde sobreviven adheridos al epitelio y se alimentan de sangre (Miller y Horohov, 2006).

El ciclo de vida de los NGI es directo e inicia en el tracto gastrointestinal del hospedero con parásitos adultos poniendo miles de huevos al día, los cuales son liberados junto con las heces al medio ambiente. En la fase exógena del ciclo de vida de los NGI, el desarrollo de los huevos depende de las condiciones ambientales; al eclosionar liberan el primer estadio larvario (L<sub>1</sub>) que se alimenta de bacterias fecales. Las L<sub>1</sub> mudan su cubierta (cutícula) evolucionando a Larvas 2 (L<sub>2</sub>) y posteriormente a Larvas 3 (L<sub>3</sub>), que es el estadio infectante para los ovinos. La sobrevivencia de las L<sub>3</sub> depende de los nutrientes almacenados, pueden ser viables por varias semanas o meses en el medio ambiente. Como los nutrientes

almacenados se agotan, las L<sub>3</sub> dejan el medio ambiente fecal y permanecen en el suelo, o migran hasta los brotes de pasto buscando un hospedador. Los ovinos en pastoreo ingieren las L<sub>3</sub> (dando inicio a la fase endógena del ciclo de vida); dependiendo de la especie de NGI migran y penetran en el epitelio gastrointestinal donde liberan su cutícula y emergen como Larvas 4 (L<sub>4</sub>), dan lugar a Larvas 5 (L<sub>5</sub>). Las L<sub>5</sub> maduran convirtiéndose en parásitos adultos productores de huevos que son los responsables de transmitir la infección a otros hospederos susceptibles (Karrow et al., 2014) (Figura 1).



Figura 1. Ciclo de vida de los NGI (Liebano, 2008).

Dentro del ciclo de vida de los NGI, las larvas pueden sufrir un proceso alterno al ciclo normal, al cual se le denomina hipobiosis. En el interior del hospedero las L<sub>4</sub> pueden tomar dos rutas, ya sea completar el ciclo desarrollándose hasta parásito adulto o permanecer en forma aletargada en la mucosa del órgano en que normalmente se aloja. Que las larvas se mantengan hipobióticas sugiere algunos factores como son: las condiciones ambientales, las condiciones de salud, la nutrición y la resistencia del hospedero. Este evento ocurre especialmente con los géneros *Haemonchus* y *Ostertagia* (Vázquez, 2000).

## 2.2 Resistencia antihelmíntica

El control de los NGI en explotaciones ovinas tiene como principal medida de control el empleo de antihelmínticos (Saddiqi et al., 2012). El uso racional de éstos ha ayudado a controlar los efectos del parasitismo y evita en algunos casos la muerte de los animales más afectados; pero en la actualidad no es efectivo para prevenir futuras infecciones, sobre todo cuando los animales se encuentran en praderas altamente contaminadas con larvas infectantes (L<sub>3</sub>) (Herrera, 1991). El uso intensivo, frecuente e inapropiado de antihelmínticos ha originado la selección en los nematodos, eliminando a los susceptibles y quedando una población de parásitos resistentes (Traoré et al., 2017), es decir, que estas poblaciones parásitas pueden tolerar dosis de antihelmínticos que normalmente serían letales para la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie (FAO, 2003).

Debido a que la resistencia antihelmíntica se encuentra ligada a la frecuencia de utilización de la droga y los compuestos químicos han sido la única herramienta que los productores utilizan para el control de NGI (Herrera, 1991; Torres-Acosta et al., 2012a), sin embargo, su abuso ha traído como consecuencia una enorme pérdida en términos de costo/eficiencia del antiparasitario (Nari, 2001; Alba-Hurtado et al., 2013) y el problema se ha agravado con el empleo indiscriminado de las distintas familias de antihelmínticos, convirtiendo la resistencia lateral en múltiple (Campos et al., 1997; Torres-Acosta et al., 2012a).

## 2.3 Métodos de control alternativo de los nematodos gastrointestinales

La resistencia antihelmíntica ha promovido el desarrollo y la investigación de diversos métodos de control alternativo de los NGI, que incluyen la manipulación de las dietas (Torres-Acosta et al., 2012b; Gárate-Gallardo et al., 2015), el manejo correcto de los potreros (Hoste, 2005), la alimentación con plantas con moléculas bioactivas (metabolitos secundarios) (Alonso-Díaz et al., 2008), fuentes no convencionales de taninos (Vargas-Magaña et al., 2011; Palomo-Couoh, 2012), hongos nematófagos (Ojeda-Robertos et al., 2005), agujas de óxido de cobre

(Martínez-Ortiz-de-Montellano et al., 2007), la desparasitación selectiva (Bath, 2006; Torres-Acosta et al., 2014) y la selección de animales genéticamente resistentes (Beh et al., 1996; Bishop, 2012; Goldberg et al., 2012).

#### 2.4 Selección de ovinos resistentes a los nematodos gastrointestinales

La selección de ovinos resistentes a los NGI ha retomado importancia como estrategia para el control de dichos parásitos, y en ese contexto las razas ovinas de pelo en los trópicos parecen tener habilidad genética para resistir o tolerar a los NGI (MacKinnon et al., 2010; Esteban-Andrés et al., 2013). La resistencia a los NGI es la capacidad de los animales para controlar a sus poblaciones parasitarias y en contraste la resiliencia es la capacidad de soportar el parasitismo, disminuir sus efectos y mantenerse productivos (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005; Saddiqi et al., 2012; Hunt et al., 2013). La resistencia está basada en estrategias inmunológicas que el animal puede traer en su código genético o desarrollar en la exposición cotidiana a los NGI (Miller y Horohov, 2006; Krawczyk et al., 2009). El proceso de control/eliminación de los NGI en el hospedero resulta de la participación de mecanismos inmunológicos celulares y humorales (Balic et al., 2000; Muñoz-Guzmán et al., 2006; Aguilar-Caballero et al., 2008).

La selección de animales resistentes ha sido documentada en pequeños rumiantes (Bishop et al., 1999; González et al., 2008); estudia la variación de marcadores genéticos o fenotípicos, así como el control y supervivencia de los ovinos a las infecciones parasitarias en relación con otros animales de la misma raza o de otras razas (variación inter y entre razas) (Traoré et al., 2017).

La heredabilidad se refiere a la proporción de variación fenotípica dentro de una población, que es atribuible a la variación genética entre individuos (Palomo-Couh, 2017). Debido a que la resistencia a los NGI es una condición moderadamente heredable ( $h^2= 0,23-0,41$ ) es factible la selección e identificación de animales resistentes o susceptibles a las nematodiasis gastrointestinales (Keane et al., 2006; Esteban-Andrés et al., 2013); mejorando con ello la producción de animales que demanden menos tratamientos antihelmínticos, disminuyendo el

costo del control parasitario y reduciendo el riesgo de contaminación de la carne, sus subproductos y el medio ambiente (Traoré et al., 2017).

#### 2.4.1 Marcadores de resistencia contra los nematodos gastrointestinales en ovinos

Los mecanismos inmunológicos por los cuales las ovejas tienen o adquieren resistencia no son muy claros, esta resistencia es una característica individual que tiene asociación con la edad, raza y la exposición previa al parásito (infección o reinfección) (Alba-Hurtado y Muñoz-Guzmán, 2013).

La cuenta de huevos de NGI por gramo de heces (HPG) se ha utilizado tradicionalmente como un marcador fenotípico indirecto de la carga parasitaria, ya que se ha encontrado que existe una alta correlación entre la cuenta de HPG y el total de parásitos adultos en el animal (Hooda et al., 1999); además es de fácil medición y registro. La heredabilidad del HPG se ha determinado en diferentes razas ovinas, catalogándose como moderadamente heredable (Bishop, 2012; Esteban-Andrés et al, 2013).

##### 2.4.1.1 Factores en el hospedero que influyen en los marcadores de resistencia contra los NGI

Se reconocen algunos factores que influyen sobre la cuenta de HPG del hospedero tales como la inmunidad, edad, sexo y estado fisiológico; así como de la especie del parásito y grado de la infección (Torres-Hernández y Morteo-Gómez, 2009).

#### 2.4.2 Resistencia de las razas ovinas a los nematodos gastrointestinales

Razas ovinas e individuos pueden ser identificados y seleccionados a través de marcadores de resistencia contra los NGI, o potencialmente por la identificación y el uso de marcadores moleculares asociados con la resistencia parasitaria (Traoré et al., 2017).

En otros estudios sobre la resistencia y/o susceptibilidad de los ovinos de pelo a los NGI son limitados, pero algunos trabajos realizados incluyen las razas Florida (Amarante et al., 1999; Díaz-Rivera et al., 2000), nativa de la Costa del Golfo (Li et al., 2001), Blackbelly (Aumont et al. 2003; Zaragoza-Vera et al., 2019), Red Maasai (Baker et al., 2003), Dorper (Burke y Miller, 2002), Saint Croix (Burke y Miller, 2004), Pelibuey y Katahdin (Morteo-Gómez et al., 2004; Notter et al., 2014; Palomo-Couh et al., 2016, 2017; Zaragoza-Vera et al., 2019).

Estudios sobre la resistencia de razas autóctonas contra los NGI, muestran que son superiores comparadas con las razas introducidas y mejoradas; esta superioridad se ha asociado a la exposición generacional de dichas razas a los NGI (Gutiérrez-Gil et al., 2009; Bishop, 2012). Notter et al. (2003) y Vanimisetti et al. (2004) reportan que las razas de pelo tienen mayor resistencia que las razas de lana.

La raza Pelibuey, también llamada borrego Tabasco, fue la primera en llegar al sureste mexicano (Berruecos, 1975) y se ha adaptado a las condiciones de clima cálido húmedo al igual que la raza Blackbelly, procedente de las islas Barbados; ambas caracterizadas por su fertilidad, no estacionalidad, prolificidad y rusticidad (Partida de la Peña et al., 2013). Sin embargo, tienen parámetros productivos bajos, y para mejorar su comportamiento se han llevado a cabo cruces terminales con razas de lana y recientemente, se han introducido nuevas razas como Katahdin y Dorper que tienen mejor comportamiento productivo (Muñoz-Osorio et al., 2016).

En la actualidad las razas ovinas con mayor presencia en el trópico húmedo mexicano son Pelibuey, Blackbelly, Katahdin, Dorper y sus cruzas (Muñoz-Osorio et al., 2016).

Como antecedentes de resistencia fenotípica a los NGI, Burke y Miller (2004) encontraron menor resistencia a los NGI en Dorper que en Katahdin, Notter et al. (2016) consideran que Katahdin posee una resistencia intermedia comparada con sus ancestros de pelo y lana. Palomo-Couoh et al. (2016, 2017) sugieren que Pelibuey demuestra fuertes evidencias fenotípicas de resistencia contra los NGI. Niveles particularmente altos de resistencia a los NGI han sido reportados en razas ovinas de pelo del Caribe, Blackbelly ha expresado esta condición en diversos estudios (Notter et al., 2003; Terefe et al., 2007).

En México, Morteo-Gómez et al. (2004), González-Garduño et al. (2014a), Palomo-Couoh et al. (2016, 2017), Ojeda-Robertos et al. (2017) y Zaragoza-Vera et al. (2019) han utilizado la cuenta de HPG para evaluar la resistencia de los ovinos de razas Pelibuey, Katahdin y Blackbelly, y lo proponen como un criterio para segregar animales como resistentes y susceptibles contra los NGI.

Como antecedentes en la segregación de ovinos bajo condiciones tropicales, a partir de variables fenotípicas Morteo-Gómez et al. (2004) y González-Garduño et al. (2014b) segregaron corderos Pelibuey en base a HPG y Ht utilizando las medias de los cuadrados mínimos  $\pm 2$  errores estándar y el promedio  $\pm$  la desviación estándar, respectivamente; obteniendo los valores para la segregación como se muestra en el Cuadro 2. Por su parte Ojeda-Robertos et al. (2017) determinaron el patrón de la expresión fenotípica de HPG desafiando a corderos Pelibuey con infecciones artificiales, midieron el comportamiento en diferentes etapas de la infección por *H. contortus* (Periodo prepatente y periodo patente) y segregaron a través del valor promedio  $\pm$  el error estándar.

Cuadro 1. Segregación de corderos como resistentes y susceptibles contra los NGI en base a HPG y Ht en el trópico de México.

Variable fenotípica	Resistentes (Media $\pm$ 2EE)	Susceptibles (Media $\pm$ 2EE)	Referencia
HPG	418 $\pm$ 364	5911 $\pm$ 372	Morteo-Gómez et al., 2004
	282 $\pm$ 195.7	5424 $\pm$ 3790	González-Garduño et al., 2014b
Ht (%)	0.287 $\pm$ 0.004	0.243 $\pm$ 0.0004	Morteo-Gómez et al., 2004
	27.9 $\pm$ 2.5	25.19 $\pm$ 1.95	González-Garduño et al., 2014b

EE= error estándar; HPG= huevos por gramo de heces; Ht= hematocrito.

Palomo-Couoh et al. (2016) evaluaron cuatro modelos basados en HPG donde en el trópico de México segregaron ovejas Pelibuey y Katahdin durante la lactación, a través de la metodología de cuartiles. El modelo 1 se basó en el trabajo de Morteo-Gómez et al. (2004) utilizando para la segregación las medias de los cuadrados mínimos  $\pm$  2 errores estándar para segregar; para los modelos 2, 3 y 4 el dato promedio de excreción de HPG fue utilizado para calcular sus respectivos cuartiles.

Palomo-Couoh et al. (2017) compararon la resistencia de corderas Pelibuey y Katahdin contra los NGI a través de las variables fenotípicas HPG, Ht, eosinófilos en sangre periférica e IgA presentes en el suero, en el trópico mexicano. Para el análisis de los resultados emplearon el procedimiento del modelo lineal general para medidas repetidas.

A pesar de las características genéticas como adaptabilidad, rusticidad, prolificidad de las razas ovinas de pelo, nativas o introducidas a la producción en pastoreo en el trópico húmedo de México, es imposible pasar por alto que las condiciones ambientales como precipitación pluvial, temperatura y humedad crean el escenario ideal para el desarrollo del parasitismo (Torres-Acosta et al., 2012a).

## 2.5 Respuesta Inmune

La respuesta inmune que un hospedero manifiesta frente a las infecciones parasitarias dependerá de factores como su edad, genética, etapa fisiológica y la exposición previa al parásito (infección o reinfección) y las condiciones ambientales predominantes (McClure et al., 2000; Aguilar-Caballero et al., 2008); dicha respuesta es generada por el sistema inmunológico y puede ser innata o adquirida; específica o inespecífica. Los mecanismos inmunológicos responsables del control de infecciones por NGI en razas resistentes no se conocen claramente, aunque a través de diversas investigaciones se han identificado dos principales mecanismos inmunológicos contra los estadios L<sub>3</sub> y L<sub>4</sub>; la expulsión rápida de las larvas, que ocurre en las primeras horas de colonización de la mucosa intestinal, y la expulsión tardía que ocurre algunos días después de la infección, cuando las larvas ya colonizaron la mucosa intestinal. El proceso de control/eliminación de los NGI en el hospedero resulta de la participación de mecanismos celulares y humorales mediados por diferentes reguladores químicos (Aguilar-Caballero et al., 2008).

La inducción de la respuesta inmune depende del patrón de citocinas liberadas durante la infección; existen dos patrones de citocinas dependientes del tipo de respuesta inmune: Th1 y Th2 (Meeusen et al., 2005). La respuesta Th1 produce las citocinas IFN- $\gamma$  e IL-2, está asociada a la inmunidad contra virus y bacterias y en las infecciones por NGI los animales muestran sensibilidad; que es un mecanismo de defensa del parásito para no ser abatido por el hospedero. La respuesta Th2, al contrario produce las citocinas IL-3, IL-4, IL-5, IL-9 e IL-13; son las IL-3, IL-4 e IL-5 quienes amplifican y regular el reclutamiento, proliferación y diferenciación de células efectoras como eosinófilos, mastocitos celulares, leucocitos globulares y células secretoras de anticuerpos.

### 2.5.1 Inmunidad innata e inmunidad adquirida

La inmunidad innata es aquella que acompaña al hospedero desde su nacimiento, juega un papel prioritario en la efectividad de la inmunidad adquirida y da lugar a

los niveles de susceptibilidad que muestran las diferentes razas de rumiantes cuando se enfrentan a una primoinfección por NGI (McClure et al., 2000). Según Miller y Horohov (2006) las razas de animales con resistencia genética muestran la inmunidad innata a través de mecanismos humorales y celulares. Por su parte, la inmunidad adquirida se refiere a aquella respuesta inmune que el hospedero manifiesta después de una exposición continua al antígeno (De Veer et al., 2007), su eficacia es mayor en animales adultos que en jóvenes; éstos son más susceptibles a las infecciones por NGI y en consecuencia presentan infecciones y efectos patogénicos más severos, así como mayores conteos de HPG (Aguilar-Caballero et al., 2008), a diferencia de los adultos que excretan menores cuentas de HPG.

#### 2.5.2 Respuesta inmune celular

En la respuesta inmune mediada por células los eosinófilos, mastocitos celulares y tisulares y leucocitos globulares participan principalmente en las infecciones por NGI en los ovinos (Balic, 2000; De Veer et al., 2007), cuando los parásitos adultos empiezan a alimentarse de sangre del hospedero lesionan la mucosa del tracto gastrointestinal, dan inicio a la respuesta inmune contra los NGI, como una respuesta local (Bowdridge, 2009). Aunque, dependiendo de la etapa o estadio larvario del parásito, habrá diferencias en la respuesta inmune generada ya que cada estadio larvario debe considerarse como un organismo antigénico diferente (Meeusen et al., 2005).

Los mastocitos celulares son reconocidos como la línea celular de importancia para la expulsión de los NGI en ovinos y su requerimiento depende del parásito a expulsar (Macaldowie et al., 2003); contienen gránulos llenos de histamina, heparina y proteasas, éstas últimas tienen efecto en la permeabilidad de las paredes del tracto gastrointestinal y se sugiere participan en la hipermotilidad intestinal, que aunada a los cambios en la permeabilidad provocan diarrea y facilitan la expulsión de las larvas (Balic et al., 2000). Cuando se activan secretan citocinas como IL-4 e IL-5, leucotrienos y otros compuestos quimotácticos que

matan a los NGI. Los eosinófilos son células que se infiltran en los tejidos infectados con NGI, contienen gránulos llenos de proteínas catiónicas, citocinas pro-inflamatorias, factores de agregación plaquetaria y mediadores lipídicos que propician cambios en el ambiente de las paredes gastrointestinales (secreción de moco, incremento en la permeabilidad, coagulación) facilitando así la entrada de otras células atraídas por la quimiotaxis generada al liberar sus gránulos (Alba-Hurtado et al., 2013); para estas células los tejidos dañados y la histamina secretada por los mastocitos celulares son el mejor estimulante de atracción (De Veer et al., 2007). Según Balic et al. (2000) los eosinófilos son la primera línea de defensa contra los NGI, ya que se encargan de evitar el establecimiento de las larvas; cuando las larvas llegan a la mucosa del tracto gastrointestinal se aglutinan y rodean a las larvas L3 para lesionar la cutícula de las mismas ocasionando así su muerte (Balic et al., 2006; Terefe et al., 2007). En ovejas son considerados como un marcador de resistencia genética. Los leucocitos globulares son considerados como mastocitos celulares que han liberado sus gránulos como resultado de la agresión hacia los NGI; en ovejas se ha reportado correlación negativa entre la cuenta de leucocitos globulares y la carga parasitaria adulta, ya que son las células encargadas de eliminar a los NGI en su fase adulta; como resultado su acción se observa en las infecciones crónicas (Aguilar-Caballero et al., 2008).

### 2.5.3 Respuesta inmune humoral

La respuesta inmune de tipo humoral depende de exposiciones previas del hospedero al agente causal. Las inmunoglobulinas IgA, IgG e IgE representan a la respuesta humoral de la inmunidad en las infecciones por NGI (Lacroux et al., 2006); a estas se han asociado la expulsión o eliminación de los parásitos debido a su interacción con células del sistema inmunológico, que son atraídas o en el caso de las inmunoglobulinas, que se fijan a los receptores específicos que presentan las larvas en su superficie.

Las IgA se encuentran abundantemente en el moco intestinal, por lo que se ha sugerido juegan un papel importante en la captura e inmovilización de las larvas de NGL; éstas al igual de las IgG han sido asociadas con daños en el desarrollo del parásito, ya que afectan su longitud y fertilidad (Angulo-Cubilán et al., 2007). Por su parte las IgE tienen receptores para los eosinófilos, que se anclan a las inmunoglobulinas a través de sus receptores de membrana y liberan sus gránulos como mecanismo de acción contra las larvas.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación**

El estudio se realizó en una unidad de producción de ovinos Katahdin, de ciclo completo, ubicada en la subregión Centro y del estado de Tabasco, México (17° 59'13" latitud Norte y 92° 55'10" longitud Oeste), a una altitud de 9 msnm. El clima predominante es clasificado como cálido-húmedo-seco. La temperatura promedio es de 27°C, la humedad relativa es superior al 90% y una precipitación pluvial de 1,677.4 mm por año (CONAGUA, 2018).

#### **3.2 Diseño de estudio**

Se visitó una unidad de producción ovina de ciclo completo que cuenta con ovejas de raza Katahdin, alimentadas bajo pastoreo. Para conocer el estatus de infección de los rebaños, se realizaron muestreos semanales en los animales de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión:

- Provenir de un grupo de 45 hembras Katahdin, previamente manejadas bajo un sistema reproductivo de empadre controlado; para asegurar la homogeneidad de la parición.
- Al parto las ovejas fueron muestreadas semanalmente hasta el destete de sus corderos.
- Durante el estudio los corderos nacidos del grupo de hembras evaluadas, fueron pesados al nacimiento y al destete.

### 3.3 Mediciones

#### 3.3.1 Tipo de parto

Al parto de cada oveja se registró el número de crías por oveja; los partos se clasificaron como simples (un cordero) o múltiples (2 o 3 crías).

#### 3.3.2 Cuenta de huevos por gramo de heces (HPG)

De cada oveja se tomó una muestra individual de heces directamente del recto, con bolsas de polietileno nuevas. Estas fueron identificadas en correspondencia con el número de animal y conservadas en una nevera con refrigerantes hasta su procesamiento en el Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DACA-UJAT). Las muestras fueron procesadas a través de la técnica de McMaster modificada y se determinó la cuenta de HPG de NGI para cada animal (Rodríguez-Vivas y Cob-Galera, 2005).

#### 3.3.3 Coprocultivos

Se realizaron coprocultivos mensuales, utilizando un pull de heces de los animales de acuerdo a la técnica de Corticelli y Lai (1963). El género de las larvas L<sub>3</sub> recuperadas fue identificado de acuerdo a lo descrito por Bowman y Lynn (1999).

#### 3.3.4 Mediciones hematológicas

Se tomaron muestras de sangre de cada oveja por venipunción de la vena yugular con una aguja calibre 18, cada muestra se colectó en un tubo de ensayo con EDTA y se identificó con el número del animal correspondiente. Las muestras se mantuvieron en una nevera con refrigerante hasta su procesamiento en el Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la DACA-UJAT.

**Hematocrito (Ht):** Para determinar el Ht, se utilizó un analizador hematológico de sangre completa (Medonic CA 620/530 Vet, Marca Boule Medical AB, Estocolmo, Suecia).

### 3.3.5 Mediciones inmunológicas

**Eosinófilos sanguíneos (Eos):** La cuenta de eosinófilos sanguíneos se determinó con un analizador hematológico de sangre completa (Medonic CA 620/530 Vet, Marca Boule Medical AB, Estocolmo, Suecia).

### 3.3.6 Peso vivo

Se registró el peso vivo de 50 corderos, estos fueron pesadas individualmente con una báscula electrónica de plataforma, al nacimiento y al destete.

## 3.4 Análisis estadístico

Los datos de cuentas de HPG se analizaron a través de la prueba de U de Mann Whitney. Los porcentajes de Ht se compararon a través de Ji cuadrada y la cuenta de eosinófilos con la prueba de T de Student. Los datos de peso al nacimiento y al destete fueron analizados a través de la prueba de T de Student. Utilizando el paquete estadístico SAS (2004).

#### 4. RESULTADOS

De las 45 hembras Katahdin evaluadas durante la lactación se puede observar en la figura 2, que independientemente del tamaño de su camada las ovejas mostraron un patrón similar en la excreción huevos de NGI (1120.32  $\pm$  1511.53 parto sencillo y 1204.5  $\pm$  1739.79 parto doble) a lo largo del estudio (P>0.01).

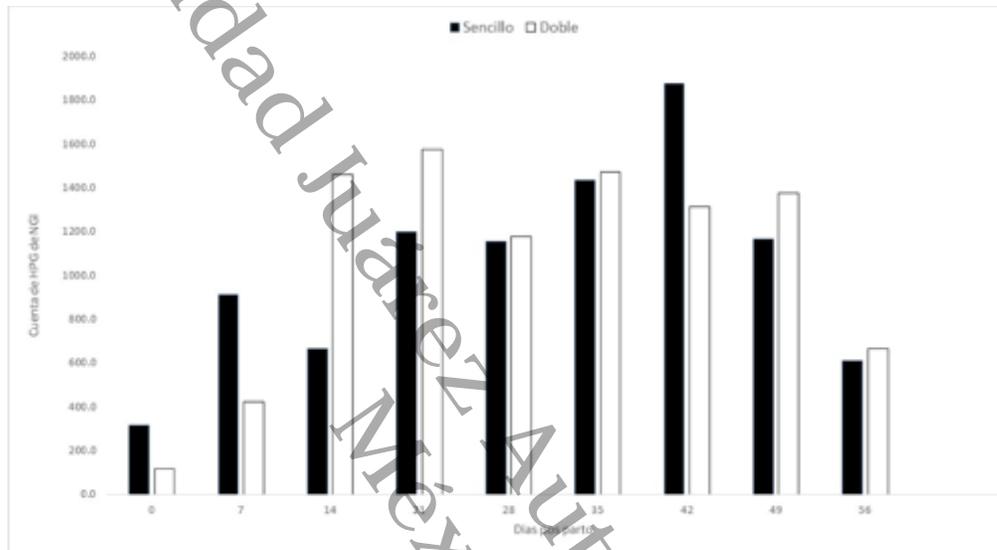


Figura 2. Efecto del tamaño de la camada sobre cuenta de huevos por gramo de heces de NGI en ovejas Katahdin en el trópico húmedo de México.

De los coprocultivos realizados se obtuvieron los géneros de NGI identificados a partir de las larvas presentes en estos; los cuales fueron *Haemonchus* spp (94%), *Trichostrongylus* spp (2.5 %) y *Oesophagostomum* spp (3.5 %).

Los resultados en el porcentaje de Ht (P>0.05) y en la cuenta de eosinófilos en sangre (P >0.05) de las ovejas presentaron valores similares durante la lactación independientemente del tamaño de su camada, como se muestran en las figuras 3 y 4.

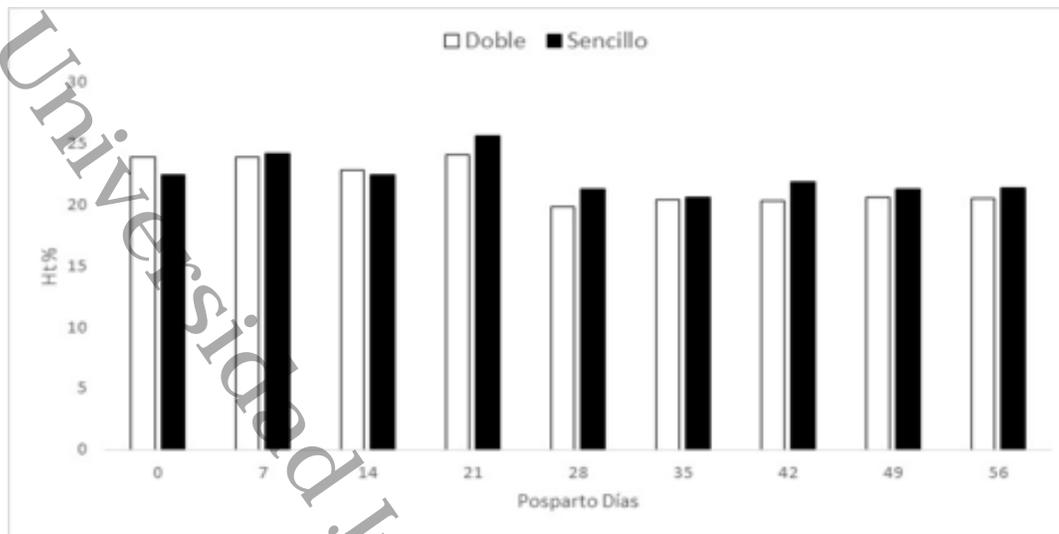


Figura 3. Efecto del tamaño de camada sobre el hematocrito de ovejas Katahdin infectadas naturalmente en el trópico húmedo de México.

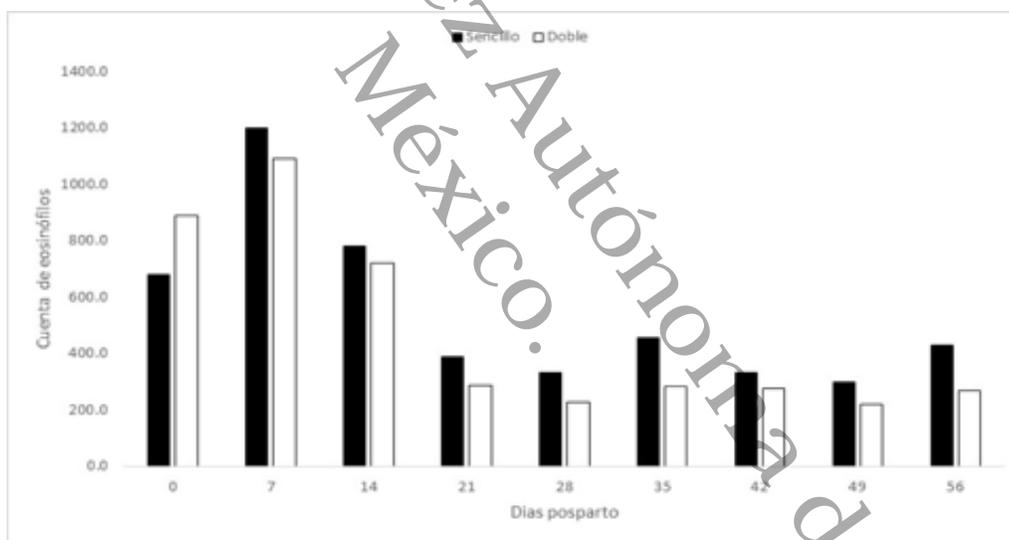


Figura 4. Efecto del tamaño de camada sobre el número de eosinófilos en sangre de ovejas Katahdin infectadas naturalmente con NGL en el trópico húmedo de México.

De las ovejas evaluadas en el estudio, nacieron en total 50 corderos (20 nacieron en parto simple y 30 en parto doble). En el cuadro 2 se muestran los cambios de peso vivo en los corderos al nacimiento y al destete; donde se observan diferencias estadísticas de acuerdo al tamaño de camada.

Cuadro 2. Peso al nacimiento y al destete (Promedio  $\pm$  desviación estándar) en corderos nacidos de partos simples y dobles en ovejas Katahdin infectadas naturalmente con NGI durante el pastoreo en el trópico húmedo de México.

Corderos por parto	n	Peso (kg)	
		Nacimiento	Destete
Simple	20	4.06 $\pm$ 1.03 <sub>a</sub>	16.3 $\pm$ 3.6 <sub>a</sub>
Doble	30	3.31 $\pm$ 0.86 <sub>b</sub>	12.31 $\pm$ 3.7 <sub>b</sub>

Literales diferentes entre filas significan diferencia estadística  $P < 0.05$

## 5. DISCUSIÓN

Palomo-Couh et al. (2016) reportaron que durante la lactancia de las ovejas en sistemas de producción bajo pastoreo ocurre la relajación de la inmunidad contra los NGI, observándose un incremento en la excreción de HPG. Estudios previos sobre la relajación peripartal de la inmunidad (RPI) en ovejas de raza Katahdin mostraron que a mayor tamaño de camada las ovejas presentaban una mayor relajación peripartal de la inmunidad contra los NGI, observándose un incremento en la cuenta de HPG de NGI en ovejas con dos o más crías comparado con ovejas con una sola cría durante la lactación (Notter et al., 2017; Kerr et al., 2017). En un estudio en el trópico húmedo de México, Campos-López et al. (2017) trabajando con ovejas de raza Pelibuey, mostraron que las ovejas de parto simple tenían menores cargas de HPG de NGI comparado con las ovejas de parto doble ( $P < 0.05$ ). El efecto negativo del tamaño de camada sobre la RPI está asociado a las reservas de nutrientes en los animales como se ha demostrado por otros autores (Notter et al., 2017; Kerr et al., 2017). En el presente estudio las ganancias de peso entre los corderos de ambos tamaños de camada fueron positivos y no se observó efecto alguno sobre el Ht de las ovejas. Estos resultados indican, que los nutrientes ofrecidos a las ovejas en ambos grupos con la suplementación alimenticia además del pastoreo, fue suficiente para que estas muestren

resiliencia contra los NGI. Se sabe que la presión metabólica ejercida por el número de crías durante la lactación implica un mayor gasto energético-proteico de las madres y una menor disponibilidad para regular su inmunidad contra los NGI. En el presente estudio se observó una reducción en la cuenta de eosinófilos a partir de la cuarta semana posinfección en ambos grupos, esto indica que las ovejas fueron capaces de mantener sus niveles de producción, pero a costa de la inmunidad y la regulación de sus parásitos.

## **6. CONCLUSIÓN**

Se concluye que el tamaño de camada en ovejas Katahdin durante la lactancia no influyó sobre la cuenta de HPG, Ht y eosinófilos en sangre, pero si mostró un efecto negativo sobre el peso al nacimiento y al destete de los corderos en el trópico húmedo de México.

## 7. REFERENCIAS

- Aguilar-Caballero Armando Jacinto; Torres-Acosta J.F.J.; Cámara-Sarmiento R., Hoste H., Sandoval-Castro C.A. 2008. Inmunidad contra los nematodos gastrointestinales: la historia caprina. Tropical and Subtropical Agroecosystems. Universidad Autónoma de Yucatán, México. Vol. 9, Núm. 1, sin mes. Pp.73-82
- Alba-Hurtado F., Muñoz-Guzmán M.A. 2013. Immune responses associated with resistance to haemonchosis in sheep. Biomed Research International. 2013, 1-11
- Alonso-Díaz M.A., Torres-Acosta J.F.J., Sandoval-Castro C.A., Capetillo-Leal C.M., Brunet S., Hoste H. 2008. Effects of four tropical tanniferous plant extracts on the inhibition of larval migration and the exsheathment process of *Trichostrongylus colubriformis* infective stage. Vet. Parasitol. 153, 187-192
- Amarante A.F.T., Craig T.M., Ramsey W.S., El-Sayed N.M., Desouki A.Y., and Bazer F.W. 1999. Comparison of naturally acquired parasite burdens among Florida Native, Rambouillet and crossbreed ewes. Vet. Parasitology 85: 61-69
- Angulo-Cubillán, F.J., García-Coiradas, L., Cuquerella, M., de la Fuente, C., Alunda, J.M. 2007. *Haemonchus contortus*-sheep relationship: a review. Revista Científica. 6, 577-587
- Aumont G., Gruner L., Hostache G. 2003. Comparison of the resistance of sympatric and allopatric isolates of *Haemonchus contortus* of Black Belly sheep in Guadeloupe (FWI) and of INRA 401 sheep in France. Vet. Parasitol. 116:139-150
- Baker R.L., Nagda S., Rodríguez-Zas S.L., Southey B.R., Audho J.O., Aduda E.O., Thorpe W. 2003. Resistance and resilience to gastro-intestinal nematode

- parasites and relationships with productivity of Red Maasai, Dorper and Red Maasai x Dorper crossbred lambs in the sub-humid tropics. *Anim. Sci.* 76:119-136
- Balic A., Bowles V.M., Meeusen E.N.T. 2000. The immunobiology of gastrointestinal nematode infections in ruminants. *Adv Parasitol.* 45:181-241
- Balic A., Cunningham C.P., Meeusen E.N.T. 2006. Eosinophil interactions with *Haemonchus contortus* larvae in the ovine gastrointestinal tract. *Parasite Immunol.* 28: 107-115
- Bath F.G. 2006. Utilizando FAMACHA® para la desparasitación selectiva en zonas en las que abunda *Haemonchus contortus*. Curso Internacional: Epidemiología y Control Integral de Nematodos Gastrointestinales de Importancia Económica en Pequeños Rumiantes. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. pp. 63-69
- Beh K.J., Maddox J.F. 1996. Prospects for development of genetic markers for resistances to gastrointestinal parasite infection in sheep. *International Journal for Parasitology.* 26, 879-897
- Berruecos J.M.V., Valencia Z.M., Castillo R.H., 1975. Genética del Borrego Tabasco o Peligüey. *Técnica Pecuaria México* 29: 59-56
- Bishop S., de Jong M. and Gray D. 1999. Opportunities for incorporating genetic elements into the management of farm animal diseases: policy issues. Background Study Paper Number 18. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, FAO, Rome, Italy.
- Bishop S.C. 2012. Possibilities to breed for resistance to nematode parasite infection in small ruminants in tropical production systems. *Animal.* 6:5, 741-747

- Bowdridge, S.A. 2009. Characterizing physiological and genetic difference in the early immune response to *Haemonchus contortus* in resistance and susceptible sheep. PhD Thesis. Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Bowman D.D. and Lynn R.C. 1999. Diagnosis parasitology. In: Bowman, D.D., Lynn, R.C. (eds). *Georgis' Parasitology for Veterinarians*. 7th Ed (WB Saunder Company, Philadelphia), 361-367
- Burke J.M., Miller J.E. 2002. Relative resistance of Dorper crossbred ewes to gastrointestinal nematodes infection compared with St. Croix and Katahdin ewes in the southeastern United State. *Veterinary Parasitology*. 109, 265-275
- Burke J.M., Miller J.E. 2004. Relative resistance to gastrointestinal nematode parasites in Dorper, Katahdin, and St. Croix lambs under conditions encountered in the southeastern region of the United States. *Small Rum. Res.* 54:43-51
- Campos-López, N., Zaragoza-Vera, C.V., Arjona-Jiménez, G., Zaragoza-Vera, M., González-Garduño, R., Chan-Escalante, R., Cámara-Sarmiento, R., Aguilar-Caballero, A.J. 2017. En: *Avances de la investigación sobre producción de ovinos de pelo en México*: 189-193
- Campos R.R., Limón N.E. y Sáenz F.M.A. 1997. Efectividad en ovinos del albendazol y oxfendazol administrados solos o combinados contra nematodos resistentes y susceptibles al Tiabendazol. *Técnica Pecuaria en México*. 35(1): 47-51
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Servicio Meteorológico Nacional. 2018. México, D.F. Datos impresos recuperados: [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42&Itemid=75](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75)

- Corticelli B., Lai M. 1963. Studies of the technique of culture of infective larvae of gastrointestinal strongyles of cattle. *Acta de Medicina Veterinaria, Napoli* 9: 347-357
- De Veer M.J., Kemp J.M., Meeusen E.N.T. 2007. The innate host defence against nematode parasites. *Parasite Immunol.* 29:1-9
- Díaz-Rivera P., Torres-Hernández G., Osorio-Arce M.M., Pérez-Hernández P., Pulido-Albores A.R., Becerril-Pérez C.M., Herrera-Haro J.G. 2000. Resistencia a parásitos gastrointestinales en ovinos Florida, Pelibuey y sus cruizas en el Trópico Mexicano. *Agrociencia.* 34, 13-20
- Esteban-Andrés D., González-Garduño R., Garduza-Arias G., Ojeda-Robertos N.J., Reyes-Montes F., Gutiérrez-Cruz S. 2013. Desarrollo de resistencia a nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo desafiados con diferentes niveles de infección [Development of resistance to gastrointestinal nematode in hair sheep challenged with different levels of infection]. *Rev Fac Med Vet Zoot.* 62(3): 169-181.
- FAO. 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en Latino América. 157-159.
- Goldberg V., Ciappesoni G., Aguilar I. 2012. Genetics parameters for nematode resistance in periparturient ewes and post-weaning lambs in Uruguayan Merino sheep. *Livestock Science.* 147, 181-187
- González J.F., Hernández A., Molina J.M., Fernández A., Raadsma H.W., Meeusen E.N.T., Piedrafita D. 2008. Comparative experimental *Haemonchus contortus* infection of two sheep breeds native to the Canary Islands. *Veterinary Parasitology.* 153, 347-378
- González-Garduño R., Torres-Acosta J.F.J., Chay-Canul A.J. 2014a. Susceptibility of hair sheep ewes to nematode parasitism during pregnancy and lactation

- in a selective anthelmintic treatment scheme under tropical conditions. *Research in Veterinary Science*, 96: 487-492
- González-Garduño R., Mendoza de Gives P., Torres-Hernández G. 2014b. Variability in the Infection of F1 Katahdin x Pelibuey Crossbred Lambs to Gastrointestinal Parasitic Nematodes in a Warm Humid Climate. *Acta Scientiae Veterinariae*, 42: 1237
- Gutiérrez-Gil B., Pérez J., Álvarez L., Martínez-Valladares M, de la Fuente L.F., Bayón Y., Meana A., San Primitivo F., Rojo-Vázquez F.A., Arranz J.J. 2009. Quantitative trait loci for resistance to trichostrongylid infection in Spanish Churra sheep, *Genetics Selection Evolution*, 41, 46
- Herrera, R.D. 1991. Tratamiento químico de nematodos gastroentéricos y pulmonares en rumiantes. En diagnóstico y control de parásitos en animales y el hombre. México. Ed. UNAM. Pp. 631-634
- Hooda V., Yadav C.L., Chaudhri S.S., Rajpurohit B.S. 1999. Variation in resistance to haemonchosis: selection of female sheep resistant to *Haemonchus contortus*. *Journal of helminthology*. 73, 137-142
- Hoste H. 2005. Alternative methods for the sustainable control of gastrointestinal nematodes in small ruminants. In: Sustainable Grazing, Nutritional Utilization and Quality of Sheep and Goat product / Pâturage durable, utilisation nutritionnelle et qualité des produits des ovins et des caprins. Proceedings of the First Joint Seminar of the FAO-CIHEAM. Eds. Molina Alcaide, E., Ben Salem, H., Biala, K., Morand-Fehr, P.- Zaragoza: CIHEAM/FAO/CSIC. Series A, No. 67. Pp: 431-436
- Hunt, P.W., Kijas, J., Ingham, A. 2013. Understanding parasitic infection in sheep to design more efficient animal selection strategies. *The veterinary journal*, 197, 143-152

- Karrow N.A., Goliboski K., Stonos N., Schenkel F. and Peregrine A. 2014. Review: Genetics of helminth resistance in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 94:1-9
- Keane O.M., Zadissa, A., Wilson T., Hyndman, D.L., Greer, G.J., Baird, D.B., McCulloch, A.F., Grawford, A.M., McEwan, J.C. 2006. Gene expression profiling of Naive sheep genetically resistant and susceptible to gastrointestinal nematodes. *BMC Genomic.* 7, 42-53
- Kerr, C.L., Bright, A., Smith, B., Armstrong, D.R., Higham, L.E. 2017. A monitoring study to explore gastrointestinal helminth burdens of ewes of different fecundities in the periparturient period and effects on lamb growth rates. *Small Ruminant Research.* 151: 98-103
- Krawczyk A., Slota E. 2009. Genetic markers to gastrointestinal nematodes resistance in sheep: a review, *Helminthologia*, 46, 3-8
- Lacroux C., Nguyen T.H.C., Andreoletti O., Prevot F., Grisez C., Bergeaud J., Gruner L., Brunel J., Francois D., Dorchies P., Jacquiet P. 2006. *Haemonchus contortus* (nematoda: trichostrongylidae) infection in lambs alecits an unequivocal Th2 immune response. *Veterinary research.* 37, 607-622
- Li Y., Miller J.E., Franke D.E. 2001. Epidemiological observations and heterosis analysis of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk, Gulf Coast Native, and crossbred lambs *Vet. Parasitol.* 98:273-283
- Macaldowie C., Jackson F., Huntley J., Mckellar A., Jackson E. 2003. A comparison of larval development and mucosal mast cell responses in worm-naïve goat yearlings, kids and lambs undergoing primary and secondary challenge with *Teladorsagia circumcincta*. *Vet. Parasitol.* 114: 1-13

- Mackinnon K.M., Zajac, A.M., Kooyman F.N.J., Notter D.R. 2010. Differences in immune parameters are associated with resistance to *Haemonchus contortus* in Caribbean hair sheep. *Parasite Immunology*, 32: 484-493
- McClure S.D., Emery L.D., Steel J.W. 2000. Host resistance to gastrointestinal parasite of sheep. In: *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. CABI Publishing, Oxon, U.K. pp. 425-436
- Martínez-Ortiz de Montellano. C., Vargas, J.J, Aguilar-Caballero, A.J., Sandoval Castro, C.A., Cob-Galera, L., May M.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: 66-77
- Mederos A., Fernandez S., VanLeeuwen J., Peregrine A.S., Kelton D., Menzies P., LeBoeuf A. and Martin R. 2010. Prevalence and distribution of gastrointestinal nematodes on 32 organic and conventional commercial sheep farms in Ontario and Quebec, Canada (2006-2008). *Vet. Parasitol.* 170:244-252
- Meeusen E.N.T., Balic A., Bowles V. 2005. Cells, cytokines and other molecules associated with rejection of gastrointestinal nematode parasites. *Veterinary immunology and immunopathology*. 108, 121-125
- Miller J.E. and Horohov D.W. 2006. Immunological aspects of nematode parasite control in sheep. *J. Anim. Sci.* 84(E. Suppl.): E124-E132
- Morteo-Gómez R., González-Garduño R., Torres-Hernández G., Nuncio-Ochoa G., Becerril-Pérez C.M., Gallegos-Sánchez J., Aranda-Ibañez E., 2004. Efecto de la variación fenotípica en la resistencia de corderos Pelibuey a la infestación con nematodos gastrointestinales, *Agrociencia*, 38, 395-404
- Muñoz-Guzmán M.A., Cuéllar-Ordáz J.A., Valdivia-Anda A.G., Buendía-Jiménez J.A., Alba-Hurtado F. 2006. Correlation of parasitological and immunological

- parameters in sheep with high and low resistance to haemonchosis. *Can. J. Anim. Sci.* 86: 363-371
- Muñoz-Osorio G.A., Aguilar-Caballero A.J., Sarmiento-Franco L.A., Wurzinger M., Cámara-Sarmiento R. 2016. Technologies and strategies for improving hair lamb fattening systems in tropical regions: a review. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3: 267-278
- Nari A. 2001. Diagnóstico y control de resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes. Memorias II. Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos y XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Mérida, Yucatán, México.
- Notter D.R., Andrew S.A., Zajac A.M. 2003. Responses of hair and wool sheep to a single fixed dose of infective larvae of *Haemonchus contortus*. *Small Ruminant Research* 47: 221-225
- Notter D.R., Burke J.M., Miller J.E., Morgan J.L.M. 2014. Factors affecting susceptibility to gastrointestinal nematode parasites in periparturient Katahdin ewes and their lambs. XLI reunión de la asociación Mexicana para la producción animal y seguridad alimentaria A.C. (AMPA). Y VII reunión nacional de sistemas agro y silvopastoriles. Mérida, Yucatán, México del 2 al 4 de julio de 2014. 19-27
- Notter, D.R., Burke, J.M., Miller, J.L., Morgan, J.L.M. 2017. Factor affecting fecal egg counts in periparturient Katahdin and their lambs. *Journal Animal Science*. 95: 103-112
- Ojeda-Robertos N.F., Mendoza-de-Gives P., Torres-Acosta J.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. *J. Helminthol.* 79, 151-157

- Ojeda-Robertos N.F., Torres-Acosta J.F.J., González-Garduño R., Notter D.R. 2017. Phenotypic expression of parasite susceptibility to *Haemonchus contortus* in Pelibuey sheep. *Veterinary Parasitology* 239: 57-61
- Palomo-Couoh J.G. 2012. Efecto de la alimentación con follaje de chimay (*Acacia pennatula*) y desecho de café (*Coffea arabica*) sobre la excreción de huevos en heces, carga parasitaria, longitud y fertilidad de *Haemonchus contortus* en caprinos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Palomo-Couoh J.G., Aguilar-Caballero A.J., Torres-Acosta J.F.J., Magaña-Monforte J.G. 2016. Evaluation of different models to segregate Pelibuey and Katahdin ewes into resistant or susceptible to gastrointestinal nematodes. *Anim. Health Prod.* Doi: 10.1007/s11250-016-1122-6
- Palomo-Couoh J.G. 2017. Identificación de ovejas resistentes y susceptibles a infecciones por nematodos gastrointestinales en las etapas de lactancia y crecimiento. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Partida de la Peña J.A., Braña Varela D., Jiménez Severiano H., Ríos Rincón F.G., Buendía Rodríguez G. 2013. Producción de carne ovina. Editado por: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Querétaro, México. ISBN: 978-607-37-0036-8. pp. 38-46
- Rodríguez-Vivas R.I., Cob-Galera L.A. 2005. Técnicas Diagnósticas en Parasitología Veterinaria. Segunda edición. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México.
- SAS 2004. Statistical Analysis System (SAS) Institute Inc.
- Saddiqi, H.A., Sarwar, M., Iqbal, Z., Nisa, M., Shahzad, M.A. 2012. Markers/parameters for the evaluation of natural resistance status of small ruminants against gastrointestinal nematodes. *Animal*, 6:6, 994-1004. doi:10.1017/S1751731111002357

- Sakkas, P., Houdijk, J. G. M., Athanasiadou, S., Kyriazakis, I. 2012. Sensitivity of periparturient breakdown of immunity to parasites to dietary protein source. *Journal Animal Science*. 90: 3954-3962
- Terefe, G., Lacroux, C., Andreoletti, O., Grisez, C., Prevot, F., Bergeaud, J.P., Penicaud, J., Rouillon, V., Gruner, L., Brunel, J.C., Francois, D., Bouix, J. Dorchies, P., Jacquiet, P. 2007. Immune response to *Haemonchus contortus* infection in susceptible (INRA 401) and resistant (Barbados Black Belly) breeds of lambs. *Parasite Immunology*, 29, 415-424
- Torres-Acosta J.F.J., Aguilar-Caballero A.J. 2005. Control, prevención y erradicación de la nematodiasis gastrointestinal en rumiantes. En: Rodríguez V.I., Cob G.L. Enfermedades de importancia económica en mamíferos domésticos. McGraw-Hill. Pp 161-176
- Torres-Acosta J.F.J., Mendoza-de-Gives P., Aguilar-Caballero A.J., Cuéllar-Ordaz J.A. 2012a. Anthelmintic resistance in sheep farms: Update of the situation in the American continent. *Veterinary Parasitology*.
- Torres-Acosta J.F., Sandoval-Castro C.A., Hoste H., Aguilar-Caballero A.J., Cámara-Sarmiento R., Alonso-Díaz, M.A. 2012b. 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., Pérez-Ku M., Canul-Ku L., Soto-Barrientos N., Cámara-Sarmiento R., Aguilar-Caballero A.J., Lozano-Argáes I., Le-Bigot C. 2014. Building a combined targeted selective treatment scheme against gastrointestinal nematodes in tropical goats. *Small Ruminant Research*. 121, 27-35
- Torres-Hernández G., Morteo-Gómez R. 2009. Resistencia genética del hospedero: Una herramienta más para el control de los parásitos

- gastrointestinales. En: Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico. Compilado por: González Garduño R. y Berumen Alatorre A.C. Universidad Autónoma de Chapingo, CRUSE. Tabasco, México. Pp. 93-106
- Traoré, A., Notter, D.R., Soudre, A., Kaboré, A., Álvarez, I., Fernández, I., Sanou, M., Shamshuddin, M., Periasamy, K., Tamboura, H.H., Goyache, F. 2017. Resistance to gastrointestinal parasite infection in Djallonké sheep. *Animal*, 1-9. doi:10.1017/S1751731116002640
- Vanimisetti H.B., Greiner S.P., Zajac A.M., Notter D.R. 2004. Performance of hair sheep composite breeds: Resistance of lambs to *Haemonchus contortus*. *J. Anim. Sci.* 82:595–604
- Vargas-Magaña J.J., Hoste H., Torres-Acosta J.F.J., Sandoval-Castro C.A., Mathieu C., Vilarem G., Aguilar-Caballero A.J. 2011. Differences in the exsheathment rate of *Haemonchus contortus* larvae exposed to non-conventional tannin-rich plant resources. Session O: non-Chemical Parasite Control. 23rd International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology. P 301. Buenos Aires, Argentina.
- Vázquez, P.V.M. 2000. Agentes etiológicos y ciclos de vida de los nematodos gastrointestinales. 1er. Curso Internacional “Nuevas perspectivas en el diagnóstico y control de nematodos gastrointestinales en pequeños rumiantes”. 16 al 18 de noviembre de 2000. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mérida, Yucatán. Pp 1
- Vercruysse, J., Charlier, J., Van Dijk, J., Morgan, E.R., Geary, T., von Samson-Himmelstjerna, G., Claerebout, E. Control of helminth ruminant infections by 2030. (2018). *Parasitology* <https://doi.org/10.2017/S003118201700227X>

Zaragoza-Vera, C.V., Aguilar-Caballero, A.J., Gonzalez-Garduño, R., Arjona-Jimenez, G., Zaragoza-Vera, M., Torres-Acosta, J.F.J., Medina-Reynes, J.U., Berumen-Alatorre, A.C., 2019. Variation in phenotypic resistance to gastrointestinal nematodes in hair sheep in the humid tropics of Mexico. Parasitology research 118, 567-573

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

# Tamaño de camada y peso vivo de los corderos en relación con la carga parasitaria de ovejas Katahdin lactantes

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Internet	173 palabras — 5%
2	<a href="http://www.redalyc.org">www.redalyc.org</a> Internet	96 palabras — 3%
3	<a href="http://colposdigital.colpos.mx:8080">colposdigital.colpos.mx:8080</a> Internet	45 palabras — 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 20 PALABRAS