

## Dinámica de las larvas infestantes de estrogilidos gastrointestinales en ovinos en pastoreo

### Dynamics of gastrointestinal strongyle infesting larvae in grazing sheep

J. Arece<sup>1</sup> y J.G. Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”

Central España Republicana CP 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: javier.arece@indio.atenas.inf.cu

<sup>2</sup>Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), La Habana, Cuba

#### Resumen

Se desarrolló un estudio durante dos años, con el objetivo de caracterizar la dinámica de las poblaciones larvianas en “refugio” de nemátodos gastrointestinales, así como su interrelación con las variables meteorológicas, en tres unidades de producción ovina de la provincia de Matanzas (Dos Mercedes, LABIOFAM y la EEPF “Indio Hatuey”). Con una frecuencia mensual se recolectaron e identificaron las larvas de estrogilidos gastrointestinales, mediante una técnica de lavado del pasto proveniente de cuarterones centinelas previamente seleccionados. La dinámica de las poblaciones larvianas de tercer estadio tuvo un comportamiento similar en las unidades en estudio; sin embargo, hubo diferencias en las cantidades de L<sub>3</sub> por kg de MS de pasto. Se registró un efecto de los meses y la época del año en la disponibilidad de larvas. En el período lluvioso (PLL) se recolectó una mayor cantidad de L<sub>3</sub> como producto de los efectos favorables de las precipitaciones y la temperatura. En el pasto se encontró un predominio de L<sub>3</sub> de *Haemonchus* spp. y, en menor cuantía, *Trichostrongylus colubriformis* y *Oesophagostomum columbianum*. Las poblaciones larvianas aparecieron en mayor cuantía durante el PLL y su dinámica se relacionó con las variables ambientales y con los factores vinculados al sistema de producción en cada unidad.

Palabras clave: *Haemonchus* spp., larvas, ovinos

#### Abstract

A study was conducted for two years, with the objective of characterizing the dynamics of the larval populations in “refuge” of gastrointestinal nematodes, as well as its interrelation with the meteorological variables in three sheep production farms in Matanzas province, Cuba (Dos Mercedes, LABIOFAM and the EEPF “Indio Hatuey”). Larvae of gastrointestinal strongyles were monthly collected from pasture and identified by means of a pasture washing technique from previously selected sentinel paddocks. The third stage larval population’s dynamics in pasture showed a similar trend in the three farms; however, there were differences in the amounts of L<sub>3</sub>, per kg DM of pasture. A significant effect of month of the year and season on larvae availability was recorded. In the rainy season (RS) a higher quantity of L<sub>3</sub> was collected due to the favorable effects of rainfall and temperature. *Haemonchus* spp. was the prevailing species, followed by *Trichostrongylus colubriformis* and *Oesophagostomum columbianum*. The larval populations showed higher quantity during the RS and their dynamics was related to the environmental variables and the factors related to the production system in each unit.

Key words: *Haemonchus*, larvae, sheep

#### Introducción

En Cuba los sistemas de explotación de ovinos basan su alimentación en el aprovechamiento de los pastos. Como resultado del proceso de pastoreo existe un enorme riesgo de adquisición de parásitos del sistema digestivo, ya que es allí donde completan parte de su ciclo biológico (Cuéllar, 2002).

En la actualidad una de las premisas fundamentales para el incremento de la productividad y rentabilidad de las explotaciones ovinas es la disminución de los costos asociados con las endoparasitosis. En este contexto, la búsqueda de alternativas de control parasitario constituye un elemento clave (González, 2004).

El conocimiento de las fluctuaciones estacionales de los estadios larvarios constituye un elemento principal al diseñar una estrategia de control parasitario, ya que se puede fijar un modelo de contaminación de los pastizales y de este modo trazar las posteriores medidas preventivas y curativas (García-Romero *et al.*, 1995). Por tanto conocer la población larvaria en “refugio<sup>1</sup>” es importante para el mantenimiento de la eficacia de los medicamentos antiparasitarios (Sissay *et al.*, 2006).

Las investigaciones referentes a las poblaciones de larvas del tercer estadio de los nemátodos gastrointestinales de ovinos realizadas en la región occidental de Cuba hasta la actualidad se refieren, fundamentalmente, a los estudios de contaminación puntual y de desarrollo y sobrevivencia de estas en el medio ambiente (Delgado, 1983; García *et al.*, 1994); sin embargo, se han realizado escasos trabajos con el objetivo de caracterizar la dinámica poblacional de las L<sub>3</sub> en el pasto, así como su interrelación con las variables meteorológicas en condiciones de producción dentro de un estudio integral del parasitismo interno en ovinos.

## **Materiales y Métodos**

### ***Características de las unidades***

Se seleccionaron tres unidades de producción de la provincia Matanzas, las cuales son representativas de los principales sistemas de producción ovina.

#### ***Finca Dos Mercedes***

*Localización.* Empresa Pecuaria Genética de Matanzas, ubicada en el Consejo Popular Manuelito del municipio Pedro Betancourt. Se dedica exclusivamente a la explotación de ovinos y es considerado un centro multiplicador del ovino Pelibuey, de referencia en la provincia.

*Alimentación.* Se basa, fundamentalmente, en la utilización de los pastos naturales (*Dichanthium-Bothriochloa-Paspalum-Sporobolus*). Como estrategia de desarrollo en el período poco lluvioso, los animales reciben aproximadamente 5 kg/animal/día de king grass (*Pennisetum purpureum*), dependiendo de la disponibilidad en las áreas forrajeras.

*Animales y manejo.* El rebaño está constituido por 145 ovinos agrupados en diferentes categorías (reproductoras, crías, animales en desarrollo-crecimiento y sementales). El área de pastoreo es de 9 ha divididas en grandes cuarterones, en los cuales los animales se llevan a pastorear en grupos homogéneos por categoría. Los cuarterones se intercambian entre los grupos existentes, excepto los sementales que pastan en la misma área durante todo el año. Las crías permanecen estabuladas durante el período de amamantamiento y se llevan una vez por semana junto con las reproductoras al pastoreo. Los animales pastorean de siete a ocho horas diarias y en las noches se trasladan a la nave de tenencia, donde se mantienen los grupos previamente formados. Esta instalación posee piso de hormigón que permite su limpieza mecánica diaria.

*Desparasitaciones.* Se realizan de forma arbitraria, sin la existencia de un plan de control parasitario, y en ocasiones se hacen cada 21 días. No existe una rotación de los medicamentos antiparasitarios, por lo que en los tratamientos antihelmínticos se utiliza el producto que exista en un momento dado.

### **LABIOFAM**

*Localización.* Pertenece a la Granja Agropecuaria de los Laboratorios Biológicos Farmacéuticos y está situada en el Valle de Yumurí. Es una granja integral que no se dedica exclusivamente a la explotación ovina, aunque tiene bien limitadas las áreas para cada una de las producciones agropecuarias que en ella se desarrollan.

*Alimentación.* Se basa en el empleo de pastos naturales como fuente de alimento. Los animales reciben suplementación con forraje de king grass en el período poco lluvioso, en dependencia de la disponibilidad de

suplemento. Las instalaciones son de piso de tierra y se barren con determinada frecuencia para impedir la acumulación excesiva de las heces.

*Animales y manejo.* El rebaño está constituido por 150 ovinos divididos en diferentes categorías (reproductoras, crías, desarrollo-ceba y sementales). Posee un área de aproximadamente 20 ha sin divisiones internas. El pastoreo es libre y los animales se llevan a grandes áreas en las que sólo existe cerca perimetral. El rebaño pastorea bajo el concepto de rebaño único, ya que todas las categorías pastan de forma conjunta. No existe una estrategia concertada de mejora genética y la reproducción es mediante monta libre no controlada, lo que ha conllevado un alto grado de consanguinidad visible en los animales.

*Desparasitaciones.* Se realizan de forma arbitraria, sin la existencia de un plan de control parasitario, y los productos se aplican en función del fármaco disponible.

### ***EEPF “Indio Hatuey”***

*Localización.* Pertenece al área de producción animal de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, ubicada en el municipio Perico. Es una finca diversificada que posee bien delimitadas las áreas e instalaciones dedicadas a la explotación ovina.

*Alimentación.* Se basa en el aprovechamiento de los pastos naturales. En el período poco lluvioso se emplean diferentes fuentes suplementarias de alimentos, como pulpa de cítrico y follaje de morera, entre otras. Las instalaciones poseen piso de concreto, lo cual posibilita su limpieza mecánica diaria.

*Animales y manejo.* El rebaño está constituido por 120 animales separados en diferentes categorías (reproductoras, crías, desarrollo-ceba y sementales), las cuales pastan en diferentes áreas (4,5 ha) en dependencia de la categoría. Los machos se castran y se incorporan al pastoreo con las hembras en desarrollo. La reproducción se organiza por campañas (junio-julio/octubre-noviembre), lo que posibilita la concentración de los partos y facilita el manejo de los animales lactantes y recentinas. Las crías se mantienen estabuladas durante el período de amamantamiento y sólo salen a pastoreo una vez por semana con las madres.

*Desparasitaciones.* Se aplican sin un plan de control parasitario, por no existir un criterio para su realización. No se rotan los antiparasitarios, sino que su aplicación depende de la disponibilidad en el momento que se decida el tratamiento.

### ***Determinación del nivel de infestación de las $L_3$ en el pasto***

El nivel de contaminación de los pastizales se estimó con una frecuencia mensual, durante dos años, mediante la recolección y el conteo de las  $L_3$  en el pasto. Para ello se modificó la técnica de lavado del pasto descrita por García-Romero *et al.* (2000). Las modificaciones se realizaron en la cantidad de material vegetal para el análisis (100 g), el volumen de agua (2 000 mL) y el del alícuota (10 mL). Los muestreos se hicieron en el horario de 8:00-9:00 a.m. Las  $L_3$  se identificaron según la clave propuesta por Valle (1978) y Gruner y Raynaud (1980). Se determinó el contenido de MS del pasto y las larvas se expresaron en  $L_3$ /kg MS.

### ***Información meteorológica***

La información meteorológica se registró con una frecuencia mensual durante dos años (2000-2002) y procedía de centros meteorológicos próximos a las entidades donde se realizó el estudio. Se compilaron las siguientes variables: el acumulado de las precipitaciones (mm), los promedios de la humedad relativa (%), la temperatura media (°C) y la radiación solar global (MJ/m<sup>2</sup>), con una frecuencia mensual. Por otra parte, se analizó la información de todas las variables obtenida en los últimos 15 años, excepto la radiación solar global.

### ***Análisis y procedimientos estadísticos***

Los factores considerados para el análisis fueron la unidad y la época del año (período lluvioso, PLL y período poco lluvioso, PPLL). La cantidad de las  $L_3$  en el pasto se transformó [Log (X+1)] para lograr homogeneidad de las varianzas y una distribución normal de los datos, la cual fue evaluada mediante la prueba Bartlett y la no paramétrica Kolmogorov-Smirnov ( $P \leq 0,05$ ). La

retransformación para obtener la media geométrica se hizo como sigue: media geométrica =  $(10^x)-1$  (Smothers *et al.*, 1999).

El análisis se realizó con el paquete estadístico SPSS® versión 10.0.1 para Windows. Se empleó el procedimiento GLM para la disponibilidad de  $L_3$  mediante el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + U_i + E_j + S_k + T_1(U_i \times E_j) + e_{ijkl}$$

**Donde:**

$Y_{ijkl}$  = Observación de la disponibilidad de las  $L_3$  en el pasto

$\mu$  = Media de la población

$U_i$  = Efecto de la  $i^{\text{ésima}}$  unidad ( $i=3$ ; 1= Dos Mercedes; 2= LABIOFAM; 3= EEPF)

$E_j$  = Efecto de la  $j^{\text{ésima}}$  época ( $j=2$ ; 1= seca; 2= Lluvia)

$S_k$  = Efecto de la  $k^{\text{ésima}}$  especie de estrongílido ( $k=3$ ; 1= *Haem.*; 2= *Trich.*; 3= *Oesoph.*)

$T_1(U_i \times E_j)$  = Efecto de la interacción de la  $i^{\text{ésima}}$  unidad con la  $j^{\text{ésima}}$  época

$e_{ijkl}$  = Efecto aleatorio del error asociado con cada observación.

Las diferencias entre las medias se establecieron mediante la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan (1955) y se consideró significativo cualquier valor de  $P \leq 0,05$ . Para el estudio de la relación entre las variables meteorológicas y la disponibilidad de las larvas infestantes en el pasto, se realizó un análisis de correlación no lineal de Spearman.

## Resultados

### Disponibilidad de las $L_3$ en el pasto

Las especies recuperadas en el pasto fueron *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus colubriformis* y *Oesophagostomum columbianum*. En la figura 1 se muestra la dinámica de las  $L_3$  ( $L_3$ /kg MS) en las tres unidades en estudio. En ella se puede apreciar la existencia de patrones similares en su comportamiento en las tres localidades, en los cuales los picos de mayor infestación correspondieron a los meses del PLL, cuyos valores indican un ascenso evidente en el inicio de dicho período (mayo-junio). La época del año (tabla 1) mostró diferencias significativas ( $P \leq 0,001$  y  $P \leq 0,01$ ) en cuanto a la cantidad de las  $L_3$  en Dos Mercedes y la EEPF “Indio Hatuey”; mientras que en LABIOFAM apareció una interacción de primer orden entre la época del año y las especies de estrongílicos gastrointestinales (fig. 2). Por otra parte, la mayor disponibilidad total de las  $L_3$  se halló en el PLL ( $P \leq 0,001$ ) para Dos Mercedes y LABIOFAM; también se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0,001$  y  $P \leq 0,01$ ) en la cantidad del larvas de tercer estadio de *Haemonchus* spp. a favor del PLL, mientras que para *T. colubriformis* y *O. columbianum* no se apreciaron diferencias.

En el caso particular de LABIOFAM se apreció una interacción de primer orden entre la época del año y las especies de estrongílicos gastrointestinales. Este fenómeno fue el resultado de un incremento en la cantidad de las  $L_3$  de *O. columbianum* en el período de mínimas precipitaciones, que superó las encontradas en el PLL.

La cantidad de larvas recolectadas en el pasto mostró diferencias entre las especies (tabla 2), con un predominio significativo ( $P \leq 0,001$ ) de *Haemonchus* spp. sobre el resto de las larvas infestantes. También se apreciaron diferencias significativas ( $P \leq 0,01$ ) en la cantidad de  $L_3$  en el pasto en las tres unidades (fig. 3), con los mayores niveles de contaminación en la EEPF “Indio Hatuey” y Dos Mercedes.

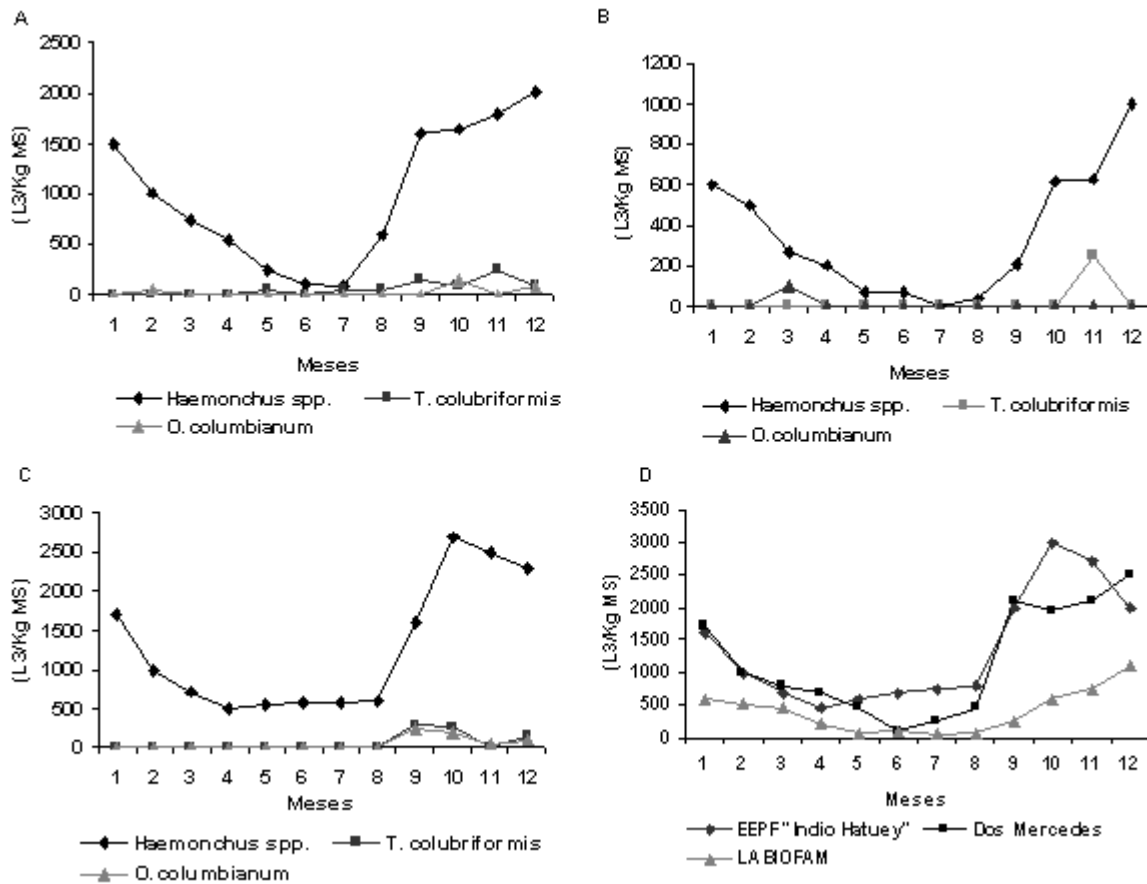


Figura 1. Dinámica de las larvas infestantes ( $L_3$ /kg MS) de estrongídeos gastrointestinales en el pasto en: A) Dos Mercedes, B) LABIOFAM, C) la EEPF “Indio Hatuey” y D) el total de  $L_3$  en las tres unidades.

Figure 1. Infesting larvae dynamics ( $L_3$ /kg DM) of gastrointestinal strongyles in the pasture in A) Dos Mercedes, B) LABIOFAM, C) EEPF “Indio Hatuey” and D) total  $L_3$  in the three units.

Tabla 1. Efecto de la época del año en la cantidad de larvas infestantes ( $L_3$ /kg MS) recuperadas en el pasto.

Table 1. Effect of season on the quantity of infesting larvae ( $L_3$ /kg DM) recovered in the pasture.

Especie	Época	Dos Mercedes	LABIOFAM	EEPF "Indio Hatuey"
<i>Haemonchus</i> spp.	PPLL	268,15 ( $\pm 0,04$ )***	43,66 ( $\pm 0,35$ )**	574,43 ( $\pm 0,04$ )***
	PLL	1 547,81 ( $\pm 0,15$ )	548,54 ( $\pm 0,07$ )	1 818,70 ( $\pm 0,06$ )***
<i>T. colubriformis</i>	PPLL	9,96 ( $\pm 0,52$ )	0	1,45 ( $\pm 0,25$ )
	PLL	43,66 ( $\pm 0,46$ )	1,39 ( $\pm 0,38$ )	13,45 ( $\pm 0,52$ )
<i>O. columbianum</i>	PPLL	0	0	0
	PLL	11,88 ( $\pm 0,50$ )	1,1 ( $\pm 0,33$ )	25,91 ( $\pm 0,45$ )
Total	PPLL	<b>345,73 (<math>\pm 0,05</math>)***</b>	<b>45,77 (<math>\pm 0,36</math>)@</b>	<b>587,84 (<math>\pm 0,04</math>)***</b>
	PLL	<b>1 777,27 (<math>\pm 0,13</math>)</b>	<b>574,77 (<math>\pm 0,08</math>)</b>	<b>1 994,26 (<math>\pm 0,06</math>)</b>

\*\*\* P0,001

\*\*P<0,01 @-Interacción

( ) Error estándar de los datos transformados

### Relación entre las $L_3$ en el pasto y las variables meteorológicas

En la tabla 3 se muestra la matriz de correlación entre las variables meteorológicas y la cantidad total de las  $L_3$  recuperadas en el pasto, en las que se incluye el género *Haemonchus* y las especies *T. colubriformis* y *O. columbianum*. Como se observa, se obtuvo una fuerte relación entre las  $L_3$  de *Haemonchus* spp. y el total

de las  $L_3$  y las precipitaciones ( $P \leq 0,01$ ); también se relacionaron directamente con *O. columbianum* en Dos Mercedes y la EEPF "Indio Hatuey".

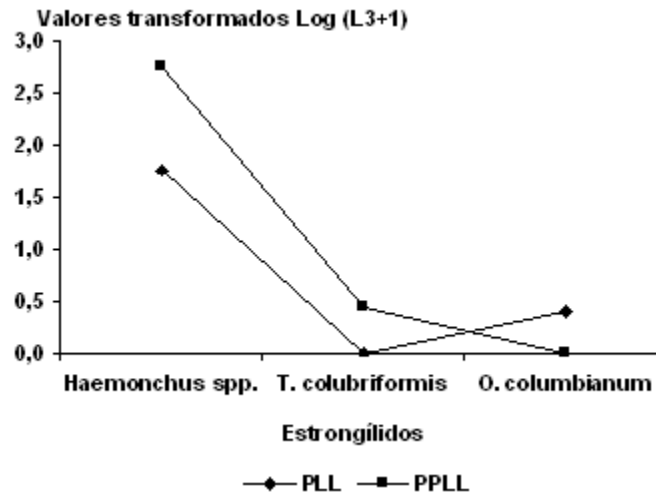


Figura 2. Interacción entre la época del año y la especie de las  $L_3$  de los estrogilidos gastrointestinales, en LABIOFAM.

Figure 2. Interaction between season and  $L_3$  species of gastrointestinal strongyles in LABIOFAM.

Tabla 2. Disponibilidad de las larvas infestantes de los estrogilidos gastrointestinales en el pasto ( $L_3$ /kg MS) en las tres unidades.

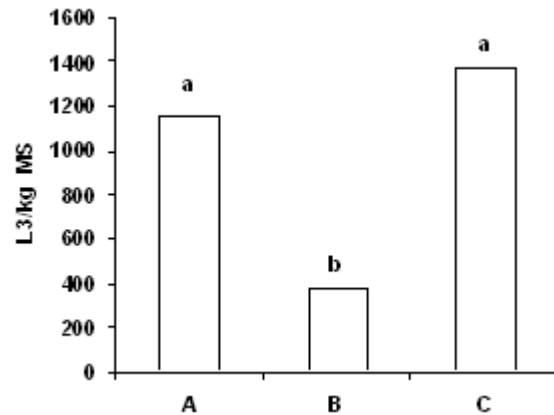
Table 2. Availability of infesting larvae of gastrointestinal strongyles in pasture ( $L_3$ /kg MS) in the three units.

	Dos Mercedes	LABIOFAM	EEPF "Indio Hatuey"
<i>Haemonchus</i> spp.	644,65 <sup>a</sup>	153,88	1 022,29 <sup>a</sup>
<i>T. colubriformis</i>	20,88 <sup>b</sup>	0,55	4,89 <sup>b</sup>
<i>O. columbianum</i>	2,55 <sup>c</sup>	0,45	4,13 <sup>b</sup>
ES±*	0,021	0,01 **	0,01

Medias con diferentes superíndices en una misma columna difieren para  $P \leq 0,001$  (Duncan, 1955)

\* Error estándar de los datos transformados ( $\log L_3+1$ )

\*\*Interacción época-especie



Medias con diferentes letras difieren significativamente para P<0,05 (Duncan, 1955)

Figura 3. Disponibiliad total de las larvas infestantes de los estrongílicos gastrointestinales (L<sub>3</sub>/kg MS) en: A) Dos Mercedes, B) LABIOFAM y C) EEPF "Indio Hatuey".

Figure 3. Total availability of infesting larvae of gastrointestinal strongyles (L<sub>3</sub>/kg DM) in: A) Dos Mercedes, B) LABIOFAM and C) EEPF "Indio Hatuey".

Tabla 3. Matriz de correlación entre las variables meteorológicas y las poblaciones de las L<sub>3</sub> en el pasto.

Table 3. Correlation matrix between the meteorological variables and L<sub>3</sub> populations in the pasture.

Unidad/Especie	Precipitaciones	HR	Temperatura	RS
<b>Dos Mercedes</b>				
<i>Haemonchus</i> spp.	<b>0,72**</b>	<b>0,57**</b>	<b>0,68**</b>	0,41
<i>T. colubriformis</i>	0,37	-0,01	0,41 *	0,29
<i>O. columbianum</i>	<b>0,57**</b>	0,10	0,27	0,16
Total <sup>1</sup>	<b>0,72**</b>	<b>0,48*</b>	<b>0,66**</b>	0,40
<b>LABIOFAM</b>				
<i>Haemonchus</i> spp.	<b>0,63**</b>	0,06	0,05	0,30
<i>T. colubriformis</i>	0,07	0,04	0,001	0,25
<i>O. columbianum</i>	-0,29	-0,22	0,23	-0,26
Total <sup>1</sup>	<b>0,58**</b>	0,05	0,06	0,31
<b>EEPF "Indio Hatuey"</b>				
<i>Haemonchus</i> spp.	<b>0,83**</b>	0,29	<b>0,52**</b>	<b>0,45*</b>
<i>T. colubriformis</i>	0,35	-0,05	0,15	0,26
<i>O. columbianum</i>	0,48*	-0,007	0,36	0,19
Total <sup>1</sup>	<b>0,80**</b>	0,24	<b>0,49*</b>	<b>0,44*</b>

\* P<0,05 \*\*P<0,01 HR: humedad relativa RS: radiación solar

<sup>1</sup> Corresponde a la población de todos los géneros

La humedad relativa sólo se relacionó ( $P \leq 0,05$ ) con las larvas de *Haemonchus* spp. y el total de las  $L_3$  en la finca Dos Mercedes. Por su parte, la temperatura media desempeñó un papel importante en el desarrollo y la sobrevivencia de las larvas de tercer estadio en Dos Mercedes y la EEPF “Indio Hatuey”; mientras que la radiación solar mostró efectos positivos sobre las  $L_3$  de *Haemonchus* spp. y el total en la EEPF “Indio Hatuey”.

### Discusión

Los estrongílicos gastrointestinales encontrados en el lavado del pasto demuestran que los rebaños ovinos en la provincia de Matanzas son afectados por tres especies fundamentales: *Haemonchus* spp., *T. colubriformis* y *O. columbianum*, con predominio del primero. Esto corrobora los resultados de Arece y Rodríguez (2003), quienes consideran que la haemoncosis es el principal problema parasitario de los ovinos en la región.

Los valores promedio de las  $L_3$  en las tres unidades fueron moderados, al compararlos con los hallados en estudios similares realizados en Guadalupe (5 450 y 3 520  $L_3$ /kg MS para el PLL y el PPLL, respectivamente) por Aumont *et al.* (1996). Ello indica que en las condiciones de este estudio los animales estuvieron continuamente expuestos a fuentes considerables de infestación durante todo el año, con los mayores riesgos en el PLL.

Se pudo apreciar que la cantidad de las  $L_3$  mostró diferencias entre las unidades en estudio, con los mayores conteos en Dos Mercedes y la EEPF “Indio Hatuey”. Este comportamiento se puede atribuir a las diferencias en la carga animal en las tres unidades, la cual resultó más baja en LABIOFAM. Por otro lado, es importante señalar que hubo diferencias en el manejo de los tres rebaños, ya que en esta unidad los animales se mantenían en grandes extensiones con pastoreo libre, mientras que en las otras existía acuartonamiento y restricción del pastoreo. En este sentido, Thamsborg *et al.* (1996) señalaron la existencia de una relación positiva entre la carga animal y la cantidad de las  $L_3$  en el pasto, en la cual la mayor carga animal se correspondió con el mayor nivel de contaminación del pasto.

En el presente estudio resultó interesante que los picos de las  $L_3$  en el pasto (en las tres unidades) correspondieran a los meses del PLL, mientras que en ese mismo período se encontró la menor cantidad de huevos en las heces (Arece- García *et al.*, 2007). Sin embargo, en el PPLL las poblaciones larvarias fueron bajas (a la altura que pastaban los animales) y los animales mostraron los mayores niveles de infestación parasitaria. Este fenómeno pudiera estar asociado con la instauración de una inmunidad sólida, debido al incremento de la disponibilidad y la calidad del forraje. A su vez, en el PPLL los animales se ven forzados a ingerir el pasto a niveles más bajos, como producto de la disminución en la disponibilidad de alimento, y en este lugar las poblaciones de larvas son más densas (Gruner *et al.*, 1984). Estos resultados coinciden con los de García-Romero *et al.* (1995), quienes obtuvieron altos CFH con bajas densidades de  $L_3$  en el pasto como producto de la posible reinfestación de los animales en lugares puntuales en las áreas de explotación, como son los abrevaderos y las áreas a la entrada de los cuartones.

La dinámica de las  $L_3$  en el pasto coincide, en parte, con la obtenida por Altaif y Jacobs (1987), Aumont *et al.* (1996) y Fonseca *et al.* (2004) en Iraq, Guadalupe y Cuba, respectivamente. Estos autores hallaron los mayores niveles de infestación de los pastos en el PLL; dicho comportamiento fue atribuido a los efectos positivos de las precipitaciones, la temperatura y la radiación solar en el proceso de desarrollo y sobrevivencia de las larvas en el pasto. Por otra parte, se ha demostrado que las  $L_3$  necesitan de una pequeña película de agua para trasladarse por el pasto; en el PPLL esta es mínima y depende, en gran medida, de la humedad condensada en la noche (Cordero *et al.*, 1998). Estos resultados difieren de los obtenidos por Amarante y Barbosa (1995) en Brasil, quienes en condiciones climáticas similares encontraron en el período de máximas precipitaciones una menor cantidad de larvas infestantes; ellos consideran que este comportamiento se debe al “efecto de lavado” de las precipitaciones y al “efecto dilución” de las poblaciones larvarias debido al crecimiento del pasto, situación que no se constató en el estudio aquí realizado.



La relación positiva de las precipitaciones con el desarrollo y la sobrevivencia de las poblaciones de las  $L_3$  en el pasto en el presente estudio, coincide con los trabajos realizados por Aumont y Gruner (1989), Rossanigo y Gruner (1994) y García-Romero *et al.* (1997); sin embargo, también se han reportado relaciones no bien definidas entre estas dos variables (Simón *et al.*, 1996). Los resultados demostraron que las precipitaciones fueron la principal variable meteorológica que influyó en la dinámica de las poblaciones larvianas, en las condiciones del estudio.

La temperatura media influyó de forma positiva en la cantidad de larvas recuperadas en Dos Mercedes y la EEPF “Indio Hatuey”; sin embargo, este comportamiento no quedó bien definido en LABIOFAM. En esta última finca tampoco se encontraron relaciones definidas entre las  $L_3$  y la radiación solar global y la humedad relativa. Ello pudiera explicarse por las características de las áreas de pastoreo, las que poseen pastos naturales de baja talla que sólo alcanzan una altura de 3-8 cm aproximadamente y apenas les brindan protección a esos estadios infestivos; esto pudiera limitar la migración de las larvas, las cuales tienden a evitar las temperaturas elevadas y la radiación solar, cuando no encuentran la protección necesaria en la vegetación del entorno.

Los resultados hallados en Dos Mercedes y en la EEPF “Indio Hatuey” acerca de la relación entre las temperaturas y las poblaciones larvianas coinciden con los informados por Rossanigo y Gruner (1994), quienes apreciaron en un análisis de componentes principales que la temperatura media y la mínima, así como el contenido de agua de las heces, explicaban el 54% de la varianza total para el género *Haemonchus*; sin embargo, difieren de los reportados por García-Romero *et al.* (1997), quienes encontraron relaciones negativas entre las dos variables analizadas.

La radiación solar global presentó coeficientes medios en la EEPF “Indio Hatuey” ( $r=0,45$  para la cantidad de larvas de *Haemonchus* spp. y  $r=0,44$  para el total de larvas), mientras que en las otras dos unidades no se apreció un comportamiento definido. Estos resultados difieren de los obtenidos por Simón *et al.* (1996), quienes encontraron coeficientes de correlación entre  $-0,21$  y  $-0,40$  de acuerdo con las especies y el período de muestreo; ello se atribuyó al tipo de pasto y al horario de muestreo, que generalmente se desarrolló en horas de la mañana (8:00-9:00 a.m.), momento del día en que las radiaciones son débiles y se favorece la migración de las  $L_3$  hacia las capas superiores del pasto como producto del fototropismo positivo a la luz tenue (Cuéllar, 2002).

En un estudio epizootiológico resulta de gran interés conocer el origen del aumento de los niveles de las  $L_3$  en el pasto, como elemento para la concepción de las estrategias destinadas a minimizar el enfrentamiento entre los animales susceptibles y las poblaciones de las larvas infestantes. En las tres unidades dicho aumento fue estacional, lo cual se debió al rápido desarrollo de los huevos recién expulsados al pasto, que al encontrar condiciones ambientales favorables en el PLL devinieron en larvas infestantes. Las implicaciones epizootiológicas de estos picos adquieren una trascendencia considerable, ya que *Haemonchus* predomina en los rebaños ovinos (Barger, 1999).

Estos resultados revisten una gran importancia, ya que la tasa de infestación del pasto o la cantidad de larvas ingeridas cada día es la variable epizootiológica de mayor influencia en la carga parasitaria de los animales en pastoreo. En este sentido, el conocimiento de los niveles de contaminación de los pastos por las larvas infestantes de los estrongílicos resulta de interés para los planes estratégicos de control parasitario. Por otra parte, es importante señalar que las tendencias actuales no solo tienen en cuenta los niveles de infestación parasitaria del rebaño, sino también la población larvaria en el pasto, denominada “población en refugio” (Van Wyk, 2001), con el objetivo de trazar estrategias de aplicación de los antihelmínticos y así minimizar la presión de selección de individuos resistentes, para el establecimiento y desarrollo de planes de lucha mediante el uso de antiparasitarios de manera efectiva.

### Referencias bibliográficas

- Altaif, K.I. & Jacobs, A.Y. 1987. Development and survival of *Haemonchus contortus* larvae on pasture in Iraq. *Tropical Animal Production*. 19:88

- Amarante, A.F.T. & Barbosa, Maria A. 1995. Seasonal variations in populations of infective larvae on pasture and nematode faecal output in sheep. *Veterinária e Zootecnia*. 7:127
- Arece-García, J. *et al.* 2007. The epizootiology of ovine gastrointestinal strongyles in the province of Matanzas, Cuba. *Small Ruminant Research*. 72:119
- Arece, J. & Rodríguez, J. 2003. El parasitismo gastrointestinal del ganado ovino en Cuba. *Revista ACPA*. 4:50
- Aumont, G. *et al.* 1996. The epidemiology of intestinal parasitism in creole goats in Guadeloupe (French West Indies). *Annals of the New York Academy of Sciences*. 791:738
- Aumont, G. & Gruner, L. 1989. Population evolution of the free-living stage of goat gastrointestinal nematodes on herbage under tropical conditions in Guadeloupe (French West Indies). *International Journal for Parasitology*. 19:539
- Barger, I. 1999. The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *International Journal for Parasitology*. 29:41
- Cordero, M. *et al.* 1998. Parasitología veterinaria. Mc Graw Hill Interamericana, México. 934 p.
- Cuéllar, J.A. 2002. Agentes etiológicos de la nematodiasis gastrointestinal en los diversos ecosistemas. En: Epidemiología y control integral de nemátodos gastrointestinales de importancia económica en pequeños rumiantes. (Eds. J.F. Torres-Acosta y A.J. Aguilar). Segundo curso internacional. FMVZ-Universidad Autónoma de Yucatán. México. p. 1
- Delgado, A. 1983. Supervivencia de las larvas de *Haemonchus* spp. en el medio subtropical de Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Veterinarias*. 14 (1):49
- Fonseca, N. *et al.* 2004. Alternativas alimentarias para ovinos y caprinos más usadas en las zonas orientales de Cuba. [cd-rom]. Memorias del Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados. IIA "Jorge Dimitrov". Granma, Cuba
- García, Amelia *et al.* 1994. Supervivencia larvaria de strongylata de ovinos en pasto natural. *Revista de Producción Animal*. 8 (2):154
- García-Romero, C. *et al.* 1997. Influence of climate on pasture infectivity of ovine trichostrongyles in dry pastures. *Journal of Veterinary Medicine*. 44:437
- García-Romero, C. *et al.* 2000. Diagnóstico antermortem: análisis coprológico, de la hierba y hemático. *Ovies*. 70:23
- González, R. 2004. Alternativas de control de nemátodos gastrointestinales en ovinos. Conferencia. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Gruner, L. *et al.* 1984. Dynamique des populations des parasites internes dans un élevage semi-intensif de chèvres créoles en Guadeloupe. *Les Colloques de l'INRA*. 28:695
- Gruner, L. & Raynaud, J.P. 1980. Technique allégée de prélèvements d'herbe et de numération pour juger de l'infestation des pâturages de bovins par les larves de nématodes parasites. *Revue de Médecine Vétérinaire*. 131:521
- Rossanigo, C.E. & Gruner, L. 1994. Relative effect of temperature and moisture on the development of strongyle eggs to infective larvae in bovine pats in Argentina. *Veterinary Parasitology*. 55:317
- Simón, R. *et al.* 1996. Herbage density of third-stage larvae of goat strongyles during the dry season in Guadeloupe. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 791:412
- Sissay, M.M. *et al.* 2006. Anthelmintic resistance of nematode parasites of small ruminants in eastern Ethiopia: Exploitation of refugia to restore anthelmintic efficacy. *Veterinary Parasitology*. 135:337
- Smothers, C.D. *et al.* 1999. Comparison of arithmetic and geometric means as measures of central tendency in cattle nematode population. *Veterinary Parasitology*. 81:211
- Thamsborg, S.M. *et al.* 1996. The influence of stocking rate on gastrointestinal nematode infections of sheep over a 2-year grazing period. *Veterinary Parasitology*. 67:207
- Valle, María T. 1978. Contribución al estudio de los nemátodos gastrointestinales del ganado bovino. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de La Habana. La Habana, Cuba. 150 p.

Pastos y Forrajes, Vol. 33, No. 1, 2010

Van Wyk, J.A. 2001. Refugia-overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 66:55

Recibido el 28 de octubre de 2009

Aceptado el 4 de diciembre de 2009

# Dynamics of gastrointestinal strongyle infesting larvae in grazing sheep

## Abstract

A study was conducted for two years, with the objective of characterizing the dynamics of the larval populations in “refuge” of gastrointestinal nematodes, as well as its interrelation with the meteorological variables in three sheep production farms in Matanzas province, Cuba (Dos Mercedes, LABIOFAM and the EEPF “Indio Hatuey”). Larvae of gastrointestinal strongyles were monthly collected from pasture and identified by means of a pasture washing technique from previously selected sentinel paddocks. The third stage larval population’s dynamics in pasture showed a similar trend in the three farms; however, there were differences in the amounts of L<sub>3</sub>, per kg DM of pasture. A significant effect of month of the year and season on larvae availability was recorded. In the rainy season (RS) a higher quantity of L<sub>3</sub> was collected due to the favorable effects of rainfall and temperature. *Haemonchus* spp. was the prevailing species, followed by *Trichostrongylus colubriformis* and *Oesophagostomum columbianum*. The larval populations showed higher quantity during the RS and their dynamics was related to the environmental variables and the factors related to the production system in each unit.

Key words: *Haemonchus*, larvae, sheep

## Introduction

In Cuba sheep exploitation systems base their feeding on the utilization of pastures. As a result of the grazing process there is a high risk acquiring digestive system parasites, because that is where they complete part of their biological cycle (Cuéllar, 2002).

At present, one of the main premises for the increase of the productivity and profitability of sheep exploitations is to decrease the costs associated to endoparasitosis. In this context, the search for parasite control alternatives constitutes a key element (González, 2004).

The knowledge of the seasonal fluctuations of the larval stages constitutes a main element when designing a parasite control strategy, because a pastureland contamination model can be set and thus outline the preventive and curative measures (García-Romero *et al.*, 1995). Hence, knowing the larval population in “refuge” is important for the maintaining the efficacy of antiparasitic drugs (Sissay *et al.*, 2006).

The studies related to the third stage larval populations of gastrointestinal nematodes in sheep conducted in the western region of Cuba until the present are referred, mainly, to the trials on specific contamination and their development and survival in the environment (Delgado, 1983; García *et al.*, 1994); however, few works have been conducted with the objective of characterizing the population dynamics of L<sub>3</sub> in the pasture, as well as its interrelation with the meteorological variables under production conditions within an integral study of internal parasitism in sheep.

## Materials and Methods

### *Characteristics of the units*

Three production units of Matanzas province were selected, which were representative of the main sheep production systems.

### ***Dos Mercedes farm***

*Location.* Genetic Livestock Production Firm of Matanzas, located in the Manuelito Town, Pedro Betancourt municipality. It is exclusively dedicated to sheep production and it is considered a multiplying center of Pelibuey sheep, of reference in the province.

*Feeding.* It is based, mainly, on the use of natural pastures (*Dichanthium-Bothriochloa-Paspalum-Sporobolus*). As development strategy in the dry season, the animals receive approximately 5 kg/animal/day of king grass (*Pennisetum purpureum*), depending on the availability in the forage areas.

*Animals and management.* The herd is constituted by 145 sheep grouped in different categories (ewes, lambs, developing-growing animals and rams). The grazing area has 9 ha divided into large paddocks, in which the animals are taken to graze in homogeneous groups by category. The paddocks are exchanged among the existing groups, except the rams, which graze in the same area throughout the year. The lambs remain confined during the suckling period and are taken to graze once a week together with the ewes. The animals graze from seven to eight hours per day and in the nights they are transferred to the tenancy shed, where the previously-formed groups are maintained. This facility has concrete floors which allow their daily mechanical cleaning.

*Dewormings.* They are arbitrarily made, without the existence of a parasite control plan, and sometimes every 21 days. There is no rotation of antiparasitic drugs, for which the existing product at a given moment is used in anthelmintic treatments.

### **LABIOFAM**

*Location.* It belongs to the Livestock Production Farm of the Pharmaceutical Biological Laboratories and it is located in the Yumurí Valley. It is an integral farm not only dedicated to sheep production, although the areas for each of the livestock productions in it are well limited.

*Feeding.* It is based on the use of natural pastures as feed source. The animals receive supplementation with king grass forage in the dry season, depending on the supplement availability. The facilities have earthen floors which are swept with certain frequency to avoid the excessive accumulation of feces.

*Animals and management.* The herd is constituted by 150 sheep divided into different categories (ewes, lambs, growing-fattening animals and rams). It has an area of about 20 ha without internal divisions. Grazing is free and the animals are taken to large areas with only a perimeter fence. The herd grazes under the unique herd concept, because all categories graze together. There is not an agreed breeding strategy and reproduction occurs by uncontrolled free mating, which has led to a high visible consanguinity degree in the animals.

*Dewormings.* They are arbitrarily made, without the existence of a parasite control plan, and the products are applied in relation to the available drugs.

### **EEPF “Indio Hatuey”**

*Location.* It belongs to the animal production area of the Experimental Station of Pastures and Forages “Indio Hatuey”, located in the Perico municipality. It is a diversified farm which has well-limited areas and facilities dedicated to sheep production.

*Feeding.* It is based on the utilization of natural pastures. In the dry season different supplementary feed sources are used, such as citrus pulp and mulberry foliage, among others. The facilities have concrete floors, which allows their daily mechanical cleaning.

*Animals and management.* The herd is constituted by 120 animals separated in different categories (ewes, lambs, growing-fattening animals and rams), which graze in different areas (4,5 ha) depending on the category. The males are castrated and incorporated to grazing with growing ewe lambs. Reproduction is organized in campaigns (June-July/October-November), which allows the concentration of parturitions and facilitates management of lactating animals and newly-lambd ewes. The lambs remain confined during the suckling period and graze only once a week with their mothers.

*Dewormings.* They are applied without a parasite control plan, as there is no criterion for their performance. Antiparasitic drugs are not rotated, but their application depends on the availability at the moment the treatment is decided.

### ***Determination of $L_3$ infestation rate in the pasture***

The contamination rate of the pasturelands was estimated with a monthly frequency, for two years, by means of the collection and count of  $L_3$  in the pasture. For that purpose the pasture washing technique described by García-Romero *et al.* (2000) was modified. The modifications were made in the quantity of plant material for the analysis (100 g), the water volume (2 000 mL) and the aliquot volume (10 mL). The samplings were made from 8:00 to 9:00 a.m. The  $L_3$  were identified according to the key proposed by Valle (1978) and Gruner and Raynaud (1980). The DM content of the pasture was determined and the larvae were expressed in  $L_3$ /kg DM.

### ***Meteorological information***

The meteorological information was recorded with a monthly frequency for two years (2000-2002) and it came from meteorological centers near the organizations where the study was conducted. The following variables were recorded: rainfall accumulation (mm), average relative humidity (%), mean temperature (°C) and global solar radiation (MJ/m<sup>2</sup>), with a monthly frequency. On the other hand, the information of all the variables obtained in the last 15 years, except global solar radiation, was analyzed.

### ***Statistical analyses and procedures***

The factors considered for the analysis were unit and season (rainy season, RS, dry season, DS). The  $L_3$  quantity in the pasture was transformed [ $\text{Log}(X + 1)$ ] in order to achieve homogeneity of the variances and normal data distribution, which was evaluated through Bartlett's test and the non parametric Kolmogorov-Smirnov test ( $P \leq 0,05$ ). The retransformation to obtain the geometrical mean was done as follows: geometrical mean =  $(10^x - 1)$  (Smothers *et al.*, 1999).

The analysis was made with the statistical pack SPSS® version 10.0.1 for Windows. The GLM procedure was used for  $L_3$  availability by means of the following mathematical model:

$$Y_{ijkl} = \mu + U_i + E_j + S_k + T_1(U_i \times E_j) + e_{ijkl}$$

#### **Where:**

$Y_{ijkl}$  = Observation of  $L_3$  availability in the pasture

$\mu$  = Population mean

$U_i$  = Effect of the  $i^{\text{th}}$  unit ( $i = 3$ ; 1 = Dos Mercedes; 2 = LABIOFAM; 3 = EEPF)

$E_j$  = Effect of the  $j^{\text{th}}$  season ( $j = 2$ ; 1 = dry season; 2 = rainy season)

$S_k$  = Effect of the  $k^{\text{th}}$  strongyle species ( $K = 3$ ; 1 = *Haem.*; 2 = *Trich.*; 3 = *Oesoph.*)

$T_1(U_i \times E_j)$  = Effect of the interaction of the  $i^{\text{th}}$  unit with the  $j^{\text{th}}$  season

$e_{ijkl}$  = Random effect of the error associated with each observation

The differences between means were established through Duncan's (1955) multiple range comparison test and any value of  $P \leq 0,05$  was considered significant. For the study of the relation between meteorological variables and availability of infesting larvae in the pasture, Spearman's non lineal correlation analysis was made.

## Results

### *L<sub>3</sub> availability in the pasture*

The species recovered in the pasture were *Haemonchus* spp., *Trichostrongylus colubriformis* and *Oesophagostomum columbianum*. Figure 1 shows the  $L_3$  dynamics ( $L_3$ /kg DM) in the three studied units. In it the existence of similar patterns can be observed in the behavior of  $L_3$  in the three sites, in which the highest infestation peaks corresponded to the months of the RS, which values indicate an evident increase at the beginning of this period (May-June). The season (table 1) showed significant differences ( $P \leq 0,001$  and  $P \leq 0,01$ ) regarding the  $L_3$  quantity in Dos Mercedes and the EEPF "Indio Hatuey"; while in LABIOFAM there was a first order interaction between season and species of gastrointestinal strongyles (fig. 2). On the other hand, the highest total  $L_3$  availability was found in the RS ( $P \leq 0,001$ ) for Dos Mercedes and LABIOFAM; significant differences were also found ( $P \leq 0,001$  and  $P \leq 0,01$ ) in the quantity of third stage larvae of *Haemonchus* spp. in favor of the RS, while for *T. colubriformis* and *O. columbianum* no differences were observed.

In the particular case of LABIOFAM a first order interaction was observed between season and species of gastrointestinal strongyles. This phenomenon was the result of an increase in the  $L_3$  quantity of *O. columbianum* in the dry season, which exceeded the ones found in the RS.

The quantity of larvae collected in the pasture showed differences among the species (table 2), with a significant predominance ( $P \leq 0,001$ ) of *Haemonchus* spp. over the other infesting larvae. Significant differences ( $P \leq 0,01$ ) were also observed in the  $L_3$  quantity in the pasture in the three units (fig. 3), with the highest contamination rates at the EEPF "Indio Hatuey" and Dos Mercedes.

### *Relation between L<sub>3</sub> in the pasture and the meteorological variables*

Table 3 shows the correlation matrix between the meteorological variables and the total  $L_3$  quantity recovered in the pastures, in which the *Haemonchus* genus and the species *T. colubriformis* and *O. columbianum* are included. As can be observed, a strong relation was obtained between the  $L_3$  of *Haemonchus* spp. and the total  $L_3$  and rainfall ( $P \leq 0,01$ ); they were also directly related to *O. columbianum* in Dos Mercedes and the EEPF "Indio Hatuey".

The relative humidity was only related ( $P \leq 0,05$ ) to the *Haemonchus* spp. larvae and the total  $L_3$  in the Dos Mercedes farm. On the other hand, the mean temperature played an important role in the development and survival of the third stage larvae in Dos Mercedes and the EEPF "Indio Hatuey"; while solar radiation showed positive effects on the  $L_3$  of *Haemonchus* spp. and the total at the EEPF "Indio Hatuey".

## Discussion

The gastrointestinal strongyles found in the pasture washing show that the sheep herds in Matanzas province are affected by three main species: *Haemonchus* spp., *T. colubriformis* and *O. columbianum*, with predominance of the first one. This corroborates the results obtained by Arece and Rodríguez (2003), who consider that haemonchosis is the main parasitic problem of sheep in the region.

The average  $L_3$  values in the three units were moderate, as compared to the ones found in similar studies conducted in Guadeloupe (5 450 and 3 520  $L_3$ /kg DM for the RS and DS, respectively) by Aumont *et al.* (1996). This indicates that under the conditions of this research the animals were continuously exposed to considerable infestation sources throughout the year, with the highest risks in the RS.

The  $L_3$  quantity could be observed to show differences among the studied units, with the highest counts in Dos Mercedes and the EEPF "Indio Hatuey". This behavior can be ascribed to the differences in the stocking rate in the three units, which was lower in LABIOFAM. On the other hand, it is important to state that there were differences in the management of the three herds, because in this unit the animals were kept in large

extensions with free grazing, while in the others paddocks were used and there was restriction of grazing. In this sense, Thamsborg *et al.* (1996) reported the existence of a positive relation between stocking rate and  $L_3$  quantity in the pasture, in which the highest stocking rate corresponded to the highest contamination rate of the pasture.

In this study it was interesting that the peaks of  $L_3$  in the pasture (in the three units) corresponded to the months of the RS, while in the same period the lowest quantity of eggs in the feces was found (Arece-García *et al.*, 2007). However, in the DS the larval populations were low (at the height the animals grazed) and the animals showed the highest parasitic infestation rates. This phenomenon could be associated to the establishment of a solid immunity, due to the increase of forage availability and quality. In turn, in the DS the animals are forced to eat the pasture at lower levels, as a product of the decrease in feed availability, and in this place the larval populations are denser (Gruner *et al.*, 1984). These results coincide with those of García-Romero *et al.* (1995), who obtained high FECs with low  $L_3$  densities in the pasture as a product of the possible re-infestation of the animals in certain sites of the exploitation areas, such as watering places and areas at the entrance to the paddocks.

The  $L_3$  dynamics in the pasture coincides, partly, with the one obtained by Altaif and Jacobs (1987), Aumont *et al.* (1996) and Fonseca *et al.* (2004) in Iraq, Guadeloupe, and Cuba, respectively. These authors found the highest infestation rates of pastures in the RS; such behavior was ascribed to the positive effects of rainfall, temperature and solar radiation in the development and survival process of larvae in the pasture. On the other hand, it has been proven that  $L_3$  need a small water film to move through pasture; in the DS it is minimal and depends, largely, on the humidity condensed at night (Cordero *et al.*, 1998). These results differ from the ones obtained by Amarante and Barbosa (1995) in Brazil, who under similar climatic conditions found in the rainy season a lower quantity of infesting larvae; they consider that this behavior is due to the “washing effect” of rainfall and the “dilution effect” of the larval populations because of pasture growth, situation that was not observed in this study.

The positive relation of rainfall with the development and survival of the  $L_3$  populations in the pasture in this study coincides with the works carried out by Aumont and Gruner (1989), Rossanigo and Gruner and García-Romero *et al.* (1997); however not well defined relations have been reported between these two variables (Simón *et al.*, 1996). The results proved that rainfall was the main meteorological variable that influenced the dynamics of the larval populations, under the conditions of the study.

The mean temperature influenced positively the larvae quantity recovered in dos Mercedes and the EEPF “Indio Hatuey”; yet, this behavior was not well defined in LABIOFAM. In this last farm no defined relations were found either between  $L_3$  and the global solar radiation and relative humidity. This could be explained by the characteristics of the grazing areas, which have low-size natural pastures that only reach approximately 3-8 cm of height and barely provide protection to those infesting stages; this could limit the migration of larvae, which tend to avoid high temperatures and solar radiation, when they do not find the necessary protection in the environment vegetation.

The results found in Dos Mercedes and the EEPF “Indio Hatuey” about the relation between temperatures and larval populations coincide with the ones reported by Rossanigo and Gruner (1994), who observed in a main component analysis that mean and minimum temperature, as well as water content in the feces, accounted for 54% of the total variance for the *Haemonchus* genus; however, they differ from the report by García-Romero *et al.* (1997), who found negative relations between the two analyzed variables.

The global solar radiation showed mean coefficients in the EEPF “Indio Hatuey” ( $r=0,45$  for the larvae quantity of *Haemonchus* spp. and  $r=0,44$  for total larvae), while in the other two units a defined behavior was not observed. These results differ from the ones obtained by Simón *et al.* (1996), who found correlation coefficients between -0,21 and -0,40 according to the species and the sampling period; this was ascribed to the pasture type and sampling hours, which was generally conducted in the morning (8:00-9:00 a.m.), moment of the day when radiations are weak and the migration of  $L_3$  towards the top layers of pasture is favored due to the positive phototropism to weak light (Cuéllar, 2002).



In an epizootiological study it is of great interest to know the origin of the increases of  $L_3$  levels in the pasture, as an element for the conception of the strategies destined to minimizing the confrontation between susceptible animals and infesting larvae populations. In the three units such increase was seasonal, which was due to the fast development of newly-expelled eggs in the pasture, because finding favorable environmental conditions in the RS they produced infesting larvae. The epizootiological implications of these peaks acquire remarkable transcendence, because *Haemonchus* prevails in sheep herds.

These results are very important, because the infestation rate of the pasture or the quantity of ingested larvae each day is the epizootiological variable with higher influence on the parasitic rate of grazing animals. In this sense, the knowledge of the contamination levels of pastures by the infesting larvae of strongyles is of interest for strategic parasite control plans. On the other hand, it is important to state that the current trends take into consideration not only the parasitic infestation rates of the herd, but also the larval population in the pasture, called "population in refuge" (Van Wyk, 2001) with the objective of outlining anthelmintic application strategies and thus minimizing the selection pressure of resistant individuals, for the establishment and development of control plans by effectively using antiparasitics.