

**Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”
Estación Experimental de Pastos y Forrajes
"Indio Hatuey"**

**Comportamiento de las nematodosis
gastrointestinales de los bovinos jóvenes
en sistemas silvopastoriles**

**Tesis presentada en opción al Título de Master en
Pastos y Forrajes**

**Autor: *MV. Mildrey Soca Pérez*
Tutor: *Dr. Leonel Simón Guelmes***

Matanzas, Cuba. 2002

***(...) en el mundo hay cosas grandes y maravillosas, pero nada
como lo que el hombre puede hacer
con sus propias manos.
La Odisea***

DEDICATORIA

- ✚ A mis padres, mis supremos inspiradores, por todo su amor, sacrificio y apoyo en toda mi vida.
Que esta tesis sirva para hacer realidad todos sus sueños.
- ✚ A mi hija, mi semilla y esperanza para el futuro.
- ✚ A mi esposo, por su comprensión y apoyo en todo momento.
- ✚ A mi hermana, mi eterna compañera de horas difíciles. Saberte cerca ha sido como un gran regalo de la vida.
- ✚ A mi familia, toda, ejemplo de sencillez y constancia. En especial a mis abuelos con quienes aprendí a respetar la tierra.
- ✚ A la memoria del Sr. Enrique González.
- ✚ A Cuba, a mi pueblo, por ser el mejor y el más humilde de los pueblos del mundo.

AGRADECIMIENTOS

- ✚ A la Dra. Margarita Dorante y al equipo de Arritmia del Instituto Cubano de Cirugía Cardiovascular, por haberme devuelto la confianza en la vida.
- ✚ A mis queridos compañeros de trabajo Yaima Roche, Anobel Aguilar y Luis Carmona por su dedicación y esfuerzo en la conducción de los experimentos que conforman esta tesis, autores por derecho propio de este trabajo.
- ✚ A la EEPF "Indio Hatuey" por haberme recibido y formado durante todos estos años. En especial a mis compañeros de trabajo por su apoyo y aprecio.
- ✚ Al Dr. Leonel Simón por sus contribuciones a esta tesis y a mi formación como científica.
- ✚ Al Dr. Félix Ojeda por haberme premiado con su amistad, siempre sincera. Por sus sabios consejos y sus valiosas contribuciones a esta tesis.
- ✚ Al Dr. Manuel Sánchez de la FAO por su colaboración, apoyo incondicional y estímulo en todas las investigaciones desde un inicio.
- ✚ Al Dr. Jean Marie Luginbuhl de la Universidad de Carolina del Norte, por su inapreciable colaboración en el desarrollo de los experimentos.
- ✚ A los Drs. Luis Lamela y Félix Blanco por sus recomendaciones y su colaboración en la redacción de la tesis.
- ✚ A mis queridos profesores de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Agraria de la Habana. En especial a los profesores de parasitología, con quienes aprendí a amar esta profesión.
- ✚ A mi amiga Ana Geraldine Francisco por acompañarme siempre, en especial en los momentos más difíciles.
- ✚ Al Dr. Vladimir Sánchez por su inapreciable colaboración.
- ✚ Al Dr. Edelfidio Gómez del CENSA por su valiosa ayuda desde un principio.
- ✚ A los Drs. Efraín Benavides (Colombia), Carlos Eddi (FAO), Armando Nari (FAO) y la MSc. Gertrudis Pentón por su valiosa colaboración en la revisión bibliográfica de esta tesis.
- ✚ Al Dr. Willy Fernández por su estímulo y aprecio.
- ✚ A los compañeros de la Estación Meteorológica, en especial al Sr. Héctor Navarro por su apoyo en la materialización de los experimentos.
- ✚ A todas las compañeras de la biblioteca por su paciencia en la búsqueda de información. En especial a Nidia, Tamara, Teresa y Aurora.
- ✚ Al Lic. Danny García y al Ing. Pedro Duquesne por su colaboración en los análisis estadísticos.
- ✚ A la Lic. Alicia Ojeda por su meritorio trabajo de revisión de la tesis.
- ✚ A la Ing. Saray Sánchez por su colaboración en la clasificación de la macrofauna del suelo.
- ✚ Al Ing. Juan Manuel Pérez León de la CPA 6to. Congreso por su valiosa colaboración.
- ✚ A las compañeras del laboratorio de análisis químico, de la EEPF "Indio Hatuey".
A mis amigos, todos, en especial a Leonardo, Maricela, Lupe, Danny, Osmel, Noel, Juan Carlos, Eddy, Landín y Félix Ramírez por haber llenado las horas más difíciles de tanto cariño.

SINTESIS

Con el objetivo de determinar el comportamiento de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles, se desarrollo una investigación en áreas experimentales de la EEPF “Indio Hatuey”, en la provincia de Matanzas, Cuba, en las que fueron evaluados dos sistemas: A) Sistema silvopastoril y B) Sistema sin árboles. Los estudios se realizaron durante un año, en las épocas de lluvia y seca, respectivamente, desde julio del 2000 hasta septiembre del 2001. Las investigaciones estuvieron enmarcadas en tres experimentos: 1) Determinación de la velocidad de descomposición de las bostas de bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles; 2) Caracterización parasitológica de las bostas de bovinos jóvenes bajo condiciones silvopastoriles, 3) Comportamiento estacional de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en los sistemas silvopastoriles. Se utilizaron 6 animales por tratamiento de la raza 5/8 Holstein x 3/8 Cebú, con una edad promedio al iniciar el experimento de 6 meses y un peso promedio de 80 kg.

Al evaluar la dinámica parasitológica de las bostas (Experimentos 1 y 2), se apreció que el sistema silvopastoril mostró una rápida descomposición ($P<0,001$), la cual fue superior al 95 % pasados los 10 y 4 días de deposición para las épocas de seca y lluvia, respectivamente, mientras que en el sistema sin árboles la descomposición fue mucho más lenta en la época de seca (42%), y aunque en la lluvia este proceso fue mucho más acelerado, estuvo relacionado con la fragmentación y dispersión de las excretas a causa de las precipitaciones y no al enterramiento de la materia fecal. La presencia de los árboles resultó vital en el proceso de descomposición, ya que en el sistema silvopastoril se encontró un incremento significativo ($P<0,05$) del número de individuos/m² (1 116 vs. 2 547) y de individuos por bostas (14,51 vs. 32,94) ($P<0,01$), en las épocas de lluvia y seca respectivamente, con respecto al sistema sin árboles; esta fauna edáfica tuvo una participación destacada en el proceso de descomposición de las excretas. Resultados similares mostró el conteo fecal de huevos, el cual fue del 98 % y del 100 % a las 168 y 96 horas después de depositadas para las épocas de lluvia y seca, respectivamente. Se encontraron correlaciones significativas ($P<0,001$) entre la disminución de peso de las excretas y el conteo de huevos, con un coeficiente de correlación $r^2=0,544$ para la seca y $r^2=0,837$ en la lluvia. De las ecuaciones obtenidas con los diferentes modelos de regresión, el lineal fue el de mayor ajuste para los resultados experimentales en ambas épocas, aunque también se ajustó a la ecuación \sqrt{x} . Este comportamiento estuvo relacionado con la presencia de los coleópteros coprófagos en las excretas, que fueron significativamente mayores ($P<0,01$) en el sistema silvopastoril en relación con el sistema sin árboles.

En el Experimento 3, relacionado con el comportamiento estacional de estas parasitosis en los animales se encontró la presencia de los géneros *Oesophagostomum* y *Haemonchus*; este último fue el de mayor incidencia anual en ambos sistemas. El conteo fecal de huevos (hpg) mostró diferencias significativas ($P<0,01$) a partir del segundo mes de evaluación y a favor del sistema silvopastoril, manifestando una curva más estable y con valores por debajo 1 000 hpg. Un comportamiento similar mostró el promedio anual de hpg (520 vs 1 412) y por épocas: seca (471 vs 1183) y lluvia (596 vs 1814), el cual fue significativamente menor ($P<0,001$) para el sistema silvopastoril con respecto al sistema sin árboles.

Las nematodosis en los sistemas silvopastoriles mantuvieron un comportamiento estacional bien definido, con la mayor infestación en los meses de mayores precipitaciones. La estabilidad y mejor comportamiento de estas parasitosis en el sistema silvopastoril estuvo muy relacionada con la disponibilidad de materia seca (MS), la altura del pasto y la composición química del estrato herbáceo y arbóreo.

Los resultados alcanzados en todos los experimentos confirman el potencial que tienen estos sistemas para contribuir de forma significativa a la disminución de la incidencia de estas nematodosis en los bovinos jóvenes en las condiciones cubanas.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION-----	1
CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA-----	3
1.1 Las nematodosis gastrointestinales en los bovinos jóvenes-----	3
1.2. La excreta de los bovinos jóvenes en los sistemas productivos -----	7
1.3. Papel de los sistemas silvopastoriles en la producción y la salud animal -----	10
CAPITULO 2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL -----	17
2.1. Descripción del sitio -----	17
2.2. Descripción de la investigación-----	17
2.3. Características de los sistemas en estudio-----	18
2.4. Manejo animal en los experimentos-----	18
2.5. Características de las excretas en estudio -----	18
2.6. Procedimiento experimental-----	19
2.7. Mediciones experimentales -----	20
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION -----	23
3.1. Descomposición de las bostas de bovinos jóvenes bajo condiciones silvopastoriles -	23
3.2. Caracterización parasitológica de las bostas de bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles -----	28
3.3. Comportamiento estacional de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles.-----	33
CONCLUSIONES-----	39
RECOMENDACIONES-----	40
REFERENCIAS-----	41

Indice de tablas

Tabla 1. Contenido promedio de nutrientes en heces fecales de vacas lecheras.-----	9
Tabla 2. Número, peso y área cubierta por las excretas de ganado vacuno. -----	9
Tabla 3. Características del suelo en el área experimental. -----	17
Tabla 4. Composición botánica de los sistemas en estudio (%). -----	18
Tabla 5. Composición química del pienso criollo (%). -----	18
Tabla 6. Clasificación taxonómica de la macrofauna edáfica en ambas sistemas. -----	21
Tabla 7. Comportamiento de la fauna edáfica en los sistemas en estudio (Individuos/m ²). -----	25
Tabla 8. Promedio del conteo de huevos (basándose en una transformación del log. ¹⁰). -----	35
Tabla 9. Comportamiento del hpg acumulado en los animales. -----	35
Tabla 10. Composición química del estrato herbáceo y arbóreo (%).-----	38

Indice de figuras

Fig. 1. Dinámica de descomposición de las excretas de bovinos jóvenes en sistemas con y sin árboles en la época de seca. -----	23
Fig. 2. Dinámica de descomposición de las excretas de bovinos jóvenes en sistemas con y sin árboles en la época de lluvia. -----	24
Fig. 3. Relación entre la descomposición de las excretas (%) y la fauna edáfica (Individuos/bosta) en los sistemas en estudio-----	27
Fig. 4. Evolución del conteo fecal de huevos en la época de seca.-----	28
Fig. 5. Correlación entre la disminución del peso y el conteo de huevos en la excreta en el sistema silvopastoril. Época de seca. -----	29
Fig. 6. Correlación entre la disminución del peso y el conteo de huevos en la excreta en el sistema sin árboles. Época de seca. -----	30
Fig. 7. Evolución del conteo fecal de huevos en la época de lluvia. -----	30
Fig. 8. Correlación entre la disminución del peso y el conteo de huevos en la excreta en el sistema silvopastoril. Época de lluvia -----	31
Fig. 9. Correlación entre la disminución del peso y el conteo de huevos en la excreta-----	31
Fig. 10. Comportamiento de los coleópteros en la época de seca. -----	32
Fig. 11. Comportamiento de los coleópteros en la época de lluvia.-----	32
Fig. 12. Evolución de los géneros de parásitos en la época de seca.-----	33
Fig. 13. Evolución de los géneros de parásitos en la época de lluvia. -----	33
Fig. 14. Evolución del conteo fecal de huevos en los animales. -----	35
Fig. 15. Comportamiento estacional de las nematodosis gastrointestinal en los sistemas en estudio. -----	36
Fig. 16. Disponibilidad de materia seca en la época de seca.-----	37
Fig. 17. Disponibilidad de materia seca en la época de lluvia -----	37
Fig. 18. Altura del pastizal en los sistemas en estudio. -----	38

INTRODUCCION

Los nemátodos gastrointestinales han sido descritos como uno de los factores limitantes de la rentabilidad de las explotaciones de rumiantes, especialmente en las de ganado bovino, llamadas a satisfacer la mayor parte de la demanda proteica mundial. Los efectos adversos en la productividad se manifiestan de forma diversa, a menudo difíciles de observar en infecciones subclínicas o inaparentes (Almería, Llorente y Uriarte, 2000).

Los sistemas de producción de carne y leche de bovinos basados fundamentalmente en la utilización de pasturas, encuentran en estas parasitosis una de las limitantes más importantes para el aprovechamiento eficiente de este recurso nutricional. Una cantidad importante de trabajos han sido publicados en los últimos años, demostrando los efectos directos de los parásitos internos en las ganancias de peso, el desarrollo corporal, el comportamiento reproductivo y la producción de leche, e indirectos como la subutilización del recurso forrajero, la predisposición a enfermedades concomitantes y las complicaciones en el manejo, entre otras (Steffan, 2000).

Estos problemas se han visto incrementados a consecuencia de las nuevas prácticas ganaderas, las cuales buscan una mayor rentabilidad a través del incremento de la carga animal por unidad de pastoreo, ocasionando un aumento en la transmisión de las parasitosis (Thamsborg, Jorgensen, Waller y Nansen, 1996).

Durante muchos años se han propuesto diversas formas de control y prevención de estas nematodosis, entre las que se encuentran los métodos de manejo de pastizales y el pastoreo alternativo entre diferentes especies (Aumont, 1998), la selección genética de animales resistentes al parasitismo (Miller y Gray, 1996; Aguirre, 1997) y la utilización de vacunas y controles biológicos (Eddi, Caracostantogolo y Peña, 1994; Mendoza de Gives, 2000). Sin embargo, el método más utilizado ha sido el químico a través de los productos antihelmínticos (Claerebout, Dorny, Vercruysse, Agneessens y Demeulenaere, 1998; Eddi, Caracostantogolo, Molledo, Lamberti, Cutullé, Shapiro y Castaño-Zubieta, 2000). Aunque este método aun mantiene su vigencia por ser una medida eficaz en el control parasitario, las tendencias actuales se orientan hacia un enfoque más flexible, integrando varios métodos de lucha contra estas parasitosis, debido al aumento de la resistencia de los parásitos a los antihelmínticos, el costo de los nuevos productos para los ganaderos y los problemas ligados a la toxicidad, la contaminación del medio ambiente y los residuos en los productos de origen animal (carne y leche) que son utilizados en la alimentación humana (Padilha, 1996; Waller, 1996).

Por otra parte, la ganadería y la agricultura han contribuido significativamente en el deterioro ambiental y la eliminación de la biodiversidad en los ecosistemas ganaderos, debido fundamentalmente a la utilización de prácticas convencionales en el uso de la tierra como la deforestación y el pastoreo extensivo y extractivo (Simón, 1998).

No obstante, durante los últimos años en algunos sectores productivos se han ido revitalizando los sistemas diversificados, dentro de ellos los sistemas agroforestales, como una alternativa que puede contribuir a mediano y largo plazo a reducir el deterioro ambiental. En especial la utilización de los sistemas silvopastoriles (árboles en pasturas) va tomando mayor interés e importancia para la producción animal en nuestra área, y en especial en Cuba donde ya sobrepasan las 25 000 ha.

Según Pezo e Ibrahim (1999), al uso de los árboles en pasturas se le atribuyen efectos directos en la supervivencia de los animales en pastoreo, ya que disminuyen la presencia de parásitos y vectores que diseminan enfermedades. Estos sistemas proporcionan condiciones que favorecen el desarrollo de una rica y variada fauna edáfica, la cual participa activamente en la descomposición de las excretas (Crespo y Rodríguez, 2000) y durante este proceso ejercen efectos nocivos en los huevos y larvas de los parásitos (Reineck, citado por Lobo y Veiga, 1990).

Teniendo en cuenta las innumerables bondades que ofrecen estos sistemas, la importancia de esta problemática para los países tropicales, la antigüedad de las investigaciones sobre este tema en el país y el fomento de los sistemas silvopastoriles en la ganadería cubana, los estudios sobre el comportamiento de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en estos sistemas, proporcionan el marco de conocimiento necesario para la fundamentación y mejor utilización de los sistemas silvopastoriles.

HIPOTESIS DE TRABAJO

Los sistemas silvopastoriles disminuyen la incidencia de las nematodosis gastrointestinales en los bovinos jóvenes porque favorecen el desarrollo de condiciones edafoclimáticas que contribuyen a la rápida descomposición de las bostas y limitan los ciclos biológicos externos de estos parásitos.

OBJETIVOS DE TRABAJO

Objetivo general

- Determinar el comportamiento de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles.

Objetivos específicos

- ♣ Caracterizar la velocidad de descomposición y su relación con la dinámica parasitológica de las bostas de bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles.
- ♣ Determinar el comportamiento estacional de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en los sistemas silvopastoriles.

CAPITULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

1.1 Las nematodosis gastrointestinales en los bovinos jóvenes

1.1.1 Etiología

Dentro de las nematodosis gastrointestinales que afectan a los rumiantes, los géneros más importantes son: *Haemonchus*, *Mecistocirrus*, *Ostertagia* y *Trichostrongylus*, en el abomaso; *Cooperia*, *Trichostrongylus*, *Nematodirus*, *Bunostomum* y *Strongyloides*, en el intestino delgado, y *Oesophagostomum*, *Chabertia*, *Trichuris* y *Agriostomum*, en el intestino grueso (Benavides, 1996; Villar, 1997). De éstos nemátodos los géneros *Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia*, *Trichostrongylus* y *Oesophagostomum* son considerados como los más importantes desde el punto de vista patológico y epidemiológico, por encontrarse distribuidos en las más diversas zonas geoecológicas del planeta, y son producidos por una amplia gama de especies, las cuales pueden variar según las regiones (García-Romero, Valcárcel-Sancho, Cordero del Campillo y Rojo-Vázquez, 1994).

En estudios realizados bajo las condiciones cubanas, García, Benítez, La O, Vega y San Martín (1999), encontraron resultados similares a los descritos anteriormente, destacándose como los géneros más importantes *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Oesophagostomum* y *Bunostomum*.

Los estudios coprológicos en diferentes regiones durante las últimas décadas confirman que el género *Haemonchus* es considerado uno de los nemátodos de mayor incidencia en los rebaños bovinos, ya que causan considerables pérdidas por ser especies cosmopolitas que muestran mayor poder de adaptación a las adversidades del medio (Delgado y Jurasek, 1983; Amarante, Bagnola, Amarante y Barbosa, 1997; Aumont, 1998). Según Vázquez (2000) sus características reproductivas son el factor que determina su gran prolificidad, ya que una hembra adulta y madura sexualmente puede llegar a ovopositar de 5000 a 10 000 huevos por día.

Según García-Romero et al. (1994), en los bovinos en pastoreo, las infestaciones por nemátodos gastrointestinales más frecuentes han sido las puras (45 %), seguidas de las dobles (33 %), las triples (13.6 %), las cuádruples (4.9 %), las quintuples (1.9 %) y, en último lugar las producidas por seis géneros de parásitos (1 %).

Por otra parte, resulta importante destacar la presencia en los bovinos de algunas especies parásitas del ganado ovino, fenómeno frecuente dada la afinidad filogenética entre ambas especies de rumiantes (Cabaret, Gruner y Uriarte, 1985).

1.1.2. Características morfológicas

Los nemátodos, en general, se caracterizan por tener el cuerpo de forma cilíndrica, filiforme o fusiforme, su longitud desde 1 mm hasta 20 ó 30 cm y grosor muy variable, sus extremidades cefálicas y caudal suelen ser afiladas, el tubo digestivo está bien desarrollado. En su mayoría muestran los sexos separados. Durante su desarrollo pueden distinguirse perfectamente dos períodos: embrionario y posembrionario. En el segundo período es donde ocurren las mudas. Una parte de los nemátodos son de desarrollo directo y otros de desarrollo indirecto, por medio de huéspedes intermediarios (Demedio y Meireles, 1984; Rodríguez, Alonso, Blandino, Abreu y Gómez, 1987).

1.1.3 Ciclos biológicos

Los ciclos de vida de la mayoría de los nemátodos son directos, es decir, no necesitan de otros animales para completar su ciclo de vida, y están divididos, según Borchert (1968) y Espaine y Lines (1983), en dos fases: exógena y endógena.

La fase exógena comienza con la expulsión de los huevos en las heces fecales del animal al exterior. En circunstancias favorables de oxigenación, temperatura (20 °C) y humedad (80 %), los huevos eclosionan para dar origen a las larvas L₁, que a su vez pasan a ser larvas del segundo estadio (L₂), en este proceso la larva se desprende de su cutícula protectora. Las larvas L₂ sufren una

segunda muda para transformarse en larva tres (L₃) o estadio infestante. El tiempo requerido para que los huevos se transformen en larvas infestantes, cuando las condiciones ambientales son favorables, se estima alrededor de 7 a 10 días. En temperaturas más frescas el proceso puede prolongarse (Hansen y Perry, 1994). La L₃ infestante suele ser activa y migra de las heces fecales (horizontal y verticalmente) hacia los tallos y hojas de los pastos que sirven de alimento a los animales, para de ese modo infestarlos. Según Borchert (1968), la migración de las larvas suele ser mínima durante el día y de máxima intensidad en la noche.

En la fase endógena la larva infestante (L₃) muda en el rumen, al haber un incremento del pH ruminal, causado por la secreción de la enzima leusinoaminopeptidasa a través de las células neurosecretoras de la larva. Según Espaine y Lines (1983), las larvas de nemátodos del abomaso (*Haemonchus*, *Trichostrongylus* y *Ostertagia*) se liberan de la vaina en el rumen y los que habitan en el intestino delgado y grueso en el abomaso. Las L₃ penetran la membrana mucosa o entran en las glándulas gástricas, donde se transforman en L₄. Aquí permanecen entre 10 y 14 días, y su desarrollo puede inhibirse temporalmente por condiciones fisiológicas adversas. Posteriormente las L₄ dejan la mucosa y se alojan en el lumen abomasal para transformarse en larvas L₅ y después en parásitos adultos, hembras y machos (Vázquez, 2000).

El período prepatente en la mayoría de los *Trichostrongylus* es entre 3 y 4 semanas; sin embargo, según Hansen y Perry (1994) el ciclo de vida de *Oesophagostomum* requiere 6 semanas para completarse. Las larvas infestantes penetran la lámina de la pared intestinal, formándose nódulos fibrosos; emergiendo posteriormente en el lumen del intestino después de aproximadamente 2 semanas y maduran en las 4 semanas siguientes. En animales previamente infectados las larvas pueden pasar un período de tiempo prolongado (3-5 meses) en los nódulos, muchas pueden morir y finalmente calcificarse los nódulos.

Existen investigaciones en las que se ha observado que la producción de huevos por hembras adultas, puede variar en dependencia del género de nemátodos; por ejemplo *Cooperia* produce muchos huevos, pero es poco patógena, mientras que las hembras de *Trichostrongylus* son altamente patogénicas pero producen pocos huevos. Hansen y Perry (1994) señalan que una hembra de *Haemonchus* y de *Oesophagostomum* puede producir entre 5 000 y 10 000 huevos por día, mientras que *Ostertagia* y *Trichostrongylus* varían entre 100 y 200 huevos, *Cooperia* entre 1 000 y 3 000 y *Nematodirus* entre 50 y 100.

El número de huevos producido por una hembra también puede estar influenciado por: el número de parásitos adultos alojados en los órganos, el estadio de infección, el nivel de inmunidad, la edad y el estado fisiológico del hospedero y la consistencia de las heces fecales.

Por otra parte, dentro del ciclo de vida de los nemátodos gastroentéricos se encuentra un proceso que puede alterar el ciclo normal de los vermes, al cual se le denomina larvas en hipobiosis. En el interior del hospedero las larvas L₄ pueden tomar dos rutas: la de completar el ciclo, desarrollándose hasta parásito adulto, y la de permanecer en forma aletargada en la mucosa del compartimiento de su localización. Las principales causas de hipobiosis en las larvas son: las condiciones ambientales, las condiciones de salud del hospedero y la nutrición, entre otras. Esto ocurre preferentemente con los géneros *Haemonchus* y *Ostertagia* (Vázquez, 2000).

1.1.4 Epidemiología

Localización geográfica

Las nematodosis gastrointestinales están ampliamente distribuidas por los países tropicales y subtropicales, especialmente en aquellas regiones donde los pastos constituyen la base alimentaria de los rumiantes, y las condiciones climáticas, principalmente la temperatura y la humedad, favorecen la eclosión y desarrollo de los huevos hasta larvas infestantes durante todo el año (Winks, Bremner y Barger, 1983; Villar, 1997).

Según Benavides (1996) algunos géneros de parásitos tienen preferencias climáticas, por lo que su localización varía de acuerdo con la región geográfica; por ejemplo, *Ostertagia* y *Nematodirus* prefieren las zonas frías, localizándose en las regiones templadas y subpolares, mientras que *Haemonchus*, *Strongyloides* y *Oesophagostomum* se adaptan mejor a las regiones cálidas,

localizándose en el Cinturón Ecuatoriano. Sin embargo, la distribución de *Trichostrongylus* y *Cooperia* es uniforme en todo el mundo.

En estudios realizados en España, García-Romero et al. (1994) y Almería et al. (2000), observaron que la mayor frecuencia y las infestaciones más fuertes correspondieron al género *Ostertagia*, seguido de *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Cooperia* y *Nematodirus*. La *Ostertagia* tuvo una marcada tendencia estacional, con mayor persistencia en primavera y otoño. En investigaciones similares realizadas en la Pampa Argentina por Suárez (2000) se describen los géneros *Ostertagia* (30 %), *Cooperia* (36 %), *Haemonchus* (27 %) y *Trichostrongylus* (7 %) como los más predominantes en estas condiciones; este autor señala que la mayor prevalencia correspondió a *Ostertagia*, *Haemonchus* y *Cooperia* en otoño, a *Ostertagia* y *Cooperia* en invierno y a *Cooperia* y *Trichostrongylus* en verano.

Desarrollo y supervivencia de las larvas infecciosas al ambiente

Las nematodosis gastrointestinales presentan un comportamiento estacional bien definido, favorecido por las estaciones con abundantes precipitaciones y temperaturas cálidas (Delgado, 1989; Almería, Llorente y Uriarte, 1996; Bianchin, 1996; Amarante et al., 1997).

En el desarrollo de los ciclos exógenos de estos parásitos, las heces fecales desempeñan un papel preponderante, debido a que a través de estas salen fuera del huésped los huevos. Las bostas (boñigas o excretas) constituyen verdaderas “incubadoras” sobre las praderas pastoreadas, en las que se desarrollan las larvas hasta alcanzar el estadio infestivo. Las particulares condiciones microclimáticas de las bostas, hacen de ellas un reservorio para las larvas infestantes, del cual van migrando a la hierba a medida que las condiciones externas son favorables (Almería y Uriarte, 1999a, 1999b).

Según Almería, Llorente, García y Uriarte (1993) las larvas pueden sobrevivir largos períodos de tiempo en el pastizal, aun en condiciones difíciles. En los países tropicales y subtropicales las condiciones son permanentemente favorables para el desarrollo larval en el ambiente. La temperatura ideal está entre 22 y 26°C, algunas especies continúan su desarrollo con temperaturas bajas, como 5°C pero más despacio. El desarrollo también puede ocurrir a mayores temperaturas, incluso por encima de 30°C, pero la mortalidad larval es alta en estas temperaturas, sobre todo cuando la humedad está por debajo del 85 %. La desecación por la ausencia de las lluvias contribuye a la muerte de los huevos y larvas. Sin embargo, las larvas pueden protegerse de la desecación a través de la costra de las bostas (Hansen y Perry, 1994).

Fiel, Pedonese, Steffan y González (2000a), al estudiar la evolución de huevo a larva en Argentina, encontró una relación inversamente proporcional con la temperatura ambiente, que varió entre 3 y 6 semanas en el invierno, de 1 a 4 semanas en primavera, de 1 a 2 semanas en verano y de 2 a 6 semanas en el otoño. Con temperaturas iguales o superiores a 20°C en el tiempo de maduración fue de una semana, mientras que por debajo de 5°C superó las 6 semanas.

Delgado (1983a), en las condiciones de Cuba, observó que las larvas de *Haemonchus sp.* pueden desarrollarse y sobrevivir en la excreta por más de 9 semanas en ausencia total de precipitaciones y con cierto grado de migración excreta- suelo- pasto, ya en el pastizal pueden llegar a vivir hasta 16 semanas. Este autor informa que las larvas de *Cooperia sp.* pueden llegar a sobrevivir hasta 20 semanas, mientras que en heces fecales no expuestas a la acción humectante y desintegradora de las lluvias las larvas sobreviven 8 semanas más.

Por otra parte Fiel, Pedonese, Steffan y González (2000b), al estudiar la supervivencia de las larvas infestantes en las pasturas, observaron que este factor tuvo una marcada estacionalidad otoño invernal, indicando además una gran mortalidad de L₃ en la pastura a finales de la época de primavera y verano, debido a las adversidades climáticas. Las larvas que lograron superar estas condiciones (probablemente dentro de las heces fecales) son, posiblemente, las que inhiben su desarrollo en el interior del huésped (hipobiosis).

En general el desarrollo y la supervivencia de las larvas infecciosas esta muy relacionado con el clima. Hansen y Perry (1994) mencionan que en las regiones tropicales y subtropicales existen tres amplios tipos de climas que determinan el desarrollo de las larvas, los cuales son:

- Clima húmedo tropical: proporciona un ambiente más o menos permanentemente favorable para la supervivencia y desarrollo de las larvas.
- Clima tropical y subtropical de sabana con una larga estación seca: el ambiente seco se torna hostil a medida que aumenta la estación seca para la supervivencia de las larvas. Esta situación se transforma con la llegada de las lluvias.
- Clima árido tropical y subtropical: su escasa vegetación lo hace a menudo permanentemente desfavorable para la supervivencia larval. Sin embargo, donde hay vegetación con cortos períodos de precipitación, puede transformarse rápidamente en un ambiente favorable, en especial para géneros de alta patogenicidad como el *Haemonchus*.

Migración de las larvas al pasto

Según Hansen y Perry (1994) la distancia horizontal que la L₃ recorre activamente no excede usualmente de 5 a 10 cm. La migración de las larvas infestantes desde la materia fecal hacia el forraje guarda una estrecha relación con las precipitaciones fluviales (García Romero y Gruner, 1984; Fiel et al., 2000b). Las precipitaciones o la humedad desintegran la costra de las excretas, arrastrando las larvas hacia el pasto. Algunos invertebrados pueden desempeñar un papel destacado en el traslado de las larvas.

Olazábal y Brito (1986), al estudiar la dinámica poblacional de larvas infestivas de seis géneros de nemátodos en parcelas con y sin riego, encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) a favor del riego, el cual determinó una mayor supervivencia y disponibilidad de larvas en el campo. Por otra parte, Almería y Uriarte (1999b), al investigar la relación de las poblaciones larvares en el pasto, encontraron correlaciones positivas y elevadas de larvas en heces y pasto con picos entre abril - junio y septiembre, el cual coincide con los intervalos de mayor régimen de precipitación.

Delgado (1982; 1983b; 1989) demostró, en las condiciones cubanas, que las intensas precipitaciones incrementan significativamente la migración larvaria hacia el pasto. No obstante para muchos investigadores en Cuba la humedad relativa desempeñan un papel fundamental, debido a sus altos valores durante todo el año, lo cual compensa la ausencia de las lluvias. Esto facilita que aun en la época de seca se hayan constatado desplazamientos horizontales entre 100 y 130 cm y verticales de hasta 50 cm, los cuales han llegado a ser de 100 cm al sobrevenir las lluvias, aunque no han sido significativos.

En las lluvias se ha encontrado una mayor actividad trepadora de las larvas. El tipo de pasto puede influir en la migración, aunque los mayores por cientos de larvas se encuentran en la porción de los pastos más cercana al suelo. El *Panicum maximum* es una gramínea cuya morfología favorece la retención de humedad en las partes correspondientes al nacimiento de las hojas y la vaina que rodean al tallo en estas zonas. Según Borchert (1968), cuando el sol elimina la humedad del pasto, las larvas buscan protección en estos puntos. Sin embargo, cuando la evaporación y las radiaciones solares son altas, las larvas migran a la base del pasto.

1.1.5 Papel de los factores zootécnicos en las parasitosis

Los factores zootécnicos tienen un papel de primer orden en el comportamiento de la incidencia e intensidad de invasión parasitaria. Las características de las instalaciones y el área destinada a la explotación pecuaria, el tipo y forma de alimentación, el sistema de crianza y las medidas higiénicas, ejercen una influencia decisiva en la conformación del cuadro parasitológico de cualquier rebaño.

En especial, la alimentación contribuye significativamente en este proceso por ser la vía oral el principal acceso al organismo de los estadios infestantes. El tipo y la forma de alimentación tienen, por lo tanto, una especial importancia, aun más cuando el pasto es la base alimenticia del ganado bovino en los países tropicales (Delgado, 1989). Los forrajes también pueden constituir una fuente de infestación si provienen de áreas que han sido fertilizadas con excretas o residuales contaminados por estos parásitos.

Muchos autores le han brindado atención a la relación alimentación-parasitismo y resaltan su importancia para crear en los animales una inmunidad que les permita enfrentar estas helmintiasis. En este contexto según, Espaine y Lines (1983), Van Houtert y Sykes (1996) y Aumont (1998), la nutrición de los animales, en especial las proteínas, las vitaminas y los minerales, son considerados los factores que más influyen en la relación huésped/parásito, donde una alimentación adecuada disminuye la susceptibilidad y prevalencia de las infestaciones por nemátodos gastrointestinales en los hospederos y aumenta la resistencia, con respuestas inmunológicas adecuadas contra estas parasitosis.

Otro de los factores importantes que se deben tener en cuenta, es el manejo de los pastizales. El pastoreo rotacional contribuye a la disminución de la infestación parasitaria en los pastos; sin embargo un comportamiento diferente ocurre en el pastoreo permanentes (Méndez, Orta, Fadruga, Delgado y Venereo, 1989; Thamsborg et al., 1996). La edad también puede influir en la carga parasitaria de los animales. Las incorporaciones tempranas al pastoreo (1-2 meses) favorecen la infestación de los animales debido, entre otros factores, al poco desarrollo del sistema inmunológico a esta edad. Pasados los dos años de vida, las nematodosis gastrointestinales carecen de importancia en las explotaciones ganaderas, por el nivel de resistencia que van alcanzando los animales con la edad ante estas parasitosis (Furlong, 1997).

Por otra parte, la carga es un aspecto que no se puede olvidar cuando se habla del manejo zootécnico y su influencia en estas enfermedades. En Cuba Gutiérrez y Simón (1974), Simón (1978) y Méndez, Orta, Fadruga, Benítez y Venereo (1982) al estudiar el nivel de infestación de estas nematodosis en terneros en pastoreo bajo diferentes cargas, encontraron que este se fue incrementando a medida que aumentaba el número de animales/ha, a pesar de utilizar el pastoreo rotacional. Los mejores resultados correspondieron a las cargas medias, estimadas entre 10 y 12 animales/ha.

El pastoreo alterno y el mixto (bovino-ovino y de bovinos jóvenes y adultos) también han sido señalados como excelentes alternativas de manejo que ha contribuido a la disminución de la infestación parasitaria en los animales y en el pasto (Quintana, Pepe, Ibarburu, 1987; Waller, 1998; Arece, 2000). Sin embargo, Helle (1981) afirma que el pastoreo mixto es mucho más eficaz para el control de los nemátodos internos, ya que este tipo de asociación disminuye de forma considerable las infestaciones por *Haemonchus sp.*

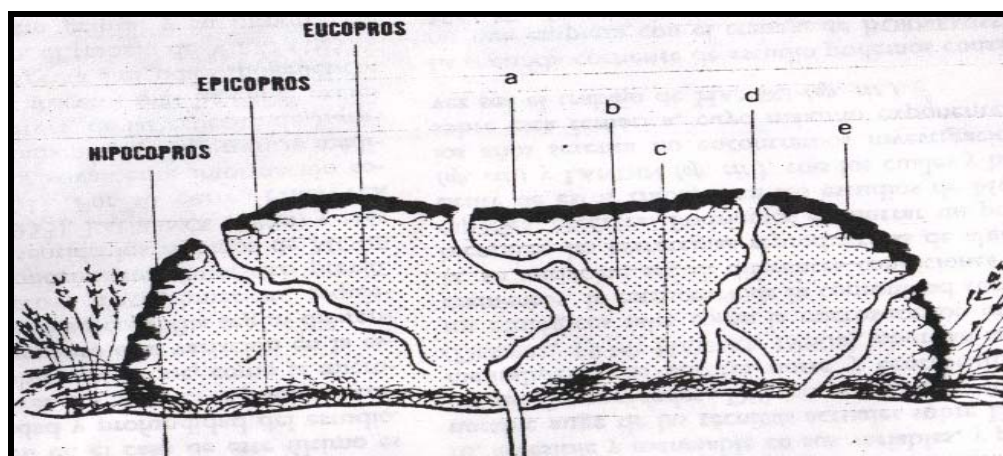
1.2. La excreta de los bovinos jóvenes en los sistemas productivos

Las excretas son el producto final del proceso de degradación de los alimentos, mediante el cual salen al exterior una gran cantidad de nutrientes no asimilables por los animales. En este sentido, en las áreas de pastoreo la deposición de las excretas sobre el pastizal tiene un gran significado, por su contribución energética a los pastos. Las excretas dentro de la pradera pastoreada constituyen pequeños microhábitats caracterizadas por condiciones físicas y químicas especiales. En ella se desarrolla una rica y variada fauna edáfica, en ocasiones muy especializada, que toma parte activa en los flujos de materia y energía que tiene lugar entre la materia fecal y el pastizal (Rodríguez, Crespo y Fraga, 1998).

Sin embargo, a pesar de sus cuantiosas contribuciones al suelo y al pasto, las excretas constituyen el vehículo para el desarrollo y la expansión de varias enfermedades de importancia para el ganado, por lo que su rápida descomposición no solo contribuirá a acelerar la incorporación de nutrientes, sino también a disminuir el grado de infestación en los animales.

1.2.1. Estructura, morfología y composición química de las excretas

Según Lobo y Veiga (1990), cuando una bosta cae a la superficie del suelo produce una modificación en los estratos en que se subdivide el suelo de la pradera: el *Eucopros*: que es el primer nivel y está formado por la bosta; el *Epicopros*: que constituye el nivel de interfase entre el suelo y la bosta; y por último el *Hipocopros*, que es el suelo situado debajo de las bostas, el cual va sufriendo notables modificaciones tanto físicas como químicas en el transcurso de la evolución del excremento.



Representación de los estratos que se forman entre el suelo y la bosta después de su deposición.

a. Corteza superficial, b. Zona intermedia, c. Zona profunda, d. Galería excavada por un coleóptero. (Tomado de: Lobo y Veiga, 1990).

Una vez en el suelo, la excreta de los bovinos no puede fluir o infiltrarse en el pasto debido a su consistencia relativamente compacta. La homogeneidad del excremento dura breves instantes después de su deposición y posteriormente se forman tres niveles, uno de los cuales es la corteza superficial o costra, que se seca rápidamente; esta costra protege la bosta de los factores del medio, en especial del efecto erosivo de las lluvias (Rodríguez, Crespo, Torres y Fraga, 1998). Debajo de esta corteza se forman microcavidades que contribuyen a mantener un medio interno más constante. La zona intermedia constituye la mayor parte de la bosta y esta separada de la costra por estas microcavidades. Por último esta la zona profunda, muy compacta y rica en agua.

Estos estratos muestran notables cambios de coloración debido a las diferencias de oxigenación. La corteza y la zona intermedia están bien aireadas y a merced de los coleópteros, los cuales evacúan el excremento a través de una compleja red de galerías. La oxigenación de las excretas aumenta progresivamente con la edad de estas, consiguiéndose adecuada a todos los niveles en la última fase de su evolución.

La costra absorbe la mayor cantidad de los rayos solares, por lo que amortigua los cambios térmicos del medio externo gracias a la cámara de aire que existe entre esta y la zona intermedia. La temperatura en el momento de la deposición es del orden de los 38°C, la cual baja rápidamente durante las primeras horas hasta alcanzar alrededor de 25°C. Los cambios en la temperatura de la excreta dependen de las variaciones mesoclimáticas de su entorno (Lobo y Veiga, 1990). Como ocurre con la temperatura, la humedad varía con el estrato de la bosta y con el tiempo de su deposición. El valor de este indicador es mínimo en la corteza y máximo en la zona profunda.

Por otra parte, un alto por ciento de los nutrientes consumidos por el ganado es devuelto al pastizal a través de sus deyecciones. En las excretas los nutrientes se pueden presentar tanto en forma orgánica como inorgánica, lo cual puede determinar su período de incorporación al suelo. Las bostas de los bovinos están compuestas fundamentalmente por agua, residuos de hierbas no digeridas, productos resultantes del metabolismo animal y una variada población de microorganismos. Las excretas tienen un alto contenido de celulosa y hemicelulosa, debido a la baja digestibilidad de los pastos (47-68 %).

Según Crespo y Rodríguez (2000), la cantidad de nutrientes de la excreta varía ampliamente entre los centros ganaderos, incluso se han encontrado diferencias entre los animales de una misma finca, así como entre los días y entre los momentos en un mismo día. No obstante, se pueden hacer estimados si se conocen el consumo de alimentos, su composición química y los requerimientos de los animales. La tabla 1 muestra el contenido promedio de minerales en las excretas de vacas lecheras.

En este sentido Gutiérrez, Orama y Cairo (1998) informan que la edad también puede influir en la composición química de las heces fecales. Así, en los animales jóvenes con menor capacidad digestiva, las excretas suelen ser más ricas en compuestos nitrogenados que en los adultos.

Tabla 1. Contenido promedio de nutrientes en heces fecales de vacas lecheras.

Parámetros	Contenidos en las heces % de peso fresco	Parámetros	Contenidos en las heces % de peso fresco
Sólidos totales	15,4	Mg	0,63
N total	2,9	Na	0,22
P total	1,2	Cu	0,005
Cl	0,61	Zn	0,02
K	0,84	Fe	0,16
Ca	1,28	Mn	0,02

(Tomado de Crespo y Rodríguez, 2000)

La edad de los animales también influye en las características morfológicas de las excretas, como son el diámetro, el peso y la altura, lo que determina el área cubierta en cada excreción. El área afectada por una bosta en vacas lecheras puede variar entre 0,07 y 0,29 m². Crespo y Rodríguez (2000), al estudiar las características antes mencionadas, encontraron un mayor peso de las excretas en vacas lecheras con respecto a toros de ceba (tabla 2).

Tabla 2. Número, peso y área cubierta por las excretas de ganado vacuno.

Parámetros	Tipo de ganado	
	Vaca lechera	Toro de ceba
Número de excreciones	12,7	11,1
Peso de la excreta (kg peso seco)	2,06	1,78
Área cubierta (m ²)	0,07	0,05

(Tomado de Crespo y Rodríguez, 2000)

1.2.2. Factores que influyen en la velocidad de descomposición de las excretas de los bovinos

La velocidad de descomposición de las bostas ha sido un tema poco estudiado bajo las condiciones tropicales. Según Weeda (1967) el rango de desaparición de las excretas puede variar entre uno y seis meses, aunque pueden existir extremos entre 15 días y 17 meses. En los pastizales cubanos, al estudiar la velocidad de descomposición en bostas de vacas lecheras, Crespo, Torres y Rodríguez (1995) encontraron que las excretas demoran entre 90 y 210 días para su total

desaparición en la época de seca. Resultados similares observaron Rodríguez et al. (1998), los cuales constataron desapariciones entre 180 y 240 días.

En la época de lluvia Rodríguez, Crespo, Torres y Fraga (1997) encontraron tasas de desaparición promedio de 135 días, con un tiempo mínimo de 90 días en las depositadas en el mes de agosto. Sin embargo, algunas excretas demoraron hasta 210 días para su total descomposición. La rápida descomposición en esta época, según los autores, contribuye a acelerar la incorporación de los nutrientes al suelo con respecto a la época de seca.

Los procesos de transformación y descomposición de la excreta comienzan tan pronto como son depositadas en el pastizal, y su velocidad de descomposición está relacionado esencialmente, según Lobo y Veiga (1990), con cuatro factores: los climáticos, la cobertura vegetal, las características morfológicas del excremento y la estructura del suelo subyacente.

Para este autor los factores climáticos, en particular la temperatura, son los que mayor influencia ejercen en la desecación de las excretas. Sin embargo, las altas temperaturas podrían contribuir a incrementar el grosor de la costra, lo cual disminuiría la tasa de desaparición e incrementaría la presencia de las excretas en el pastizal. Crespo et al. (1995), al estudiar el efecto de los factores climáticos en la descomposición, encontró correlaciones positivas con la evaporación, el déficit hídrico y las precipitaciones. Estas últimas, bajo las condiciones cubanas, influyen de forma decisiva en la desaparición de las excretas en el pastoreo.

Estos mismos autores manifiestan que existen otros factores que pueden influir en la descomposición, como son: la composición química y consistencia de la excreta, el sistema de pastoreo y la biocenosis coprófaga, a la cual se le atribuye una especial importancia en la aceleración de estos procesos.

El papel de la fauna edáfica en la descomposición de las bostas ha sido ampliamente estudiado y data de los finales del siglo 19 (Fabre, citado por Lobo y Veiga, 1990). La comunidad biológica esta conformada generalmente por organismos de los Phylum Artropoda, Annelida y Mollusca. La fauna está dominada fundamentalmente por artrópodos, entre los que se encuentran los órdenes Coleoptera (escarabajos), Dermaptera (tijeretas), Isopoda (cochinillas) y Diplopoda (milpiés), entre otros (Coral y Bonilla, 1998; Rodríguez et al., 1998).

Según Monteiro y Werner (1989) existen organismos coprófagos que pueden incorporar las heces al suelo en un lapso de 24 horas. Sin embargo, el grado de colonización de los individuos está muy relacionado con el porcentaje de humedad en las bostas (Rodríguez et al., 1998).

Por otra parte Rodríguez, Crespo, Torres y Fraga (1999) al estudiar el comportamiento de la fauna en dos sistemas de pastoreo, observaron que la mayor diversidad correspondió a las lombrices y las larvas de coleópteros, los cuales han sido informados como los individuos más importantes en la descomposición y el reciclaje de nutrientes.

De acuerdo con lo informado por Crespo y Rodríguez (2000), en algunas localidades se ha encontrado que las lombrices han sido responsables del 50 % de la descomposición, mientras que las larvas de escarabajos ocupaban la segunda posición. Sin embargo, la utilización de algunos productos suministrados a los animales puede alterar el proceso normal de la descomposición de las bostas. Así, por ejemplo, se ha reportado que las ivermectinas ejercen efectos negativos en las larvas de los coleópteros (Stakelum y Giller, citados por Rodríguez, 2001). La ausencia de esta fauna coprófila descomponedora de las bostas provocaría su acumulación en el pastizal, deteriorando el pasto y constituyendo una fuente de incubación de varias enfermedades.

1.3. Papel de los sistemas silvopastoriles en la producción y la salud animal

1.3.1. Origen, definición, clasificación y ventajas de los sistemas silvopastoriles

En América Latina y el Caribe, la presión del hombre sobre la tierra utilizada en actividades agropecuarias ha venido aumentando progresivamente en los últimos años. El crecimiento de las poblaciones de la región, las dificultades económicas, el endeudamiento internacional y un decrecimiento en la productividad per cápita de los alimentos, han contribuido a una mayor demanda por las tierras agrícolas (Camero, 1996; Febles, Ruiz y Simón, 1996).

La reducción de la cobertura boscosa y la utilización desmedida de agroquímicos han sido factores desencadenantes del deterioro ambiental, pero el problema se ha visto exacerbado debido a la degradación de las áreas de pasturas a consecuencia de la implementación de prácticas de manejo no racionales en el uso de la tierra (p.e. quemas no controladas, prácticas de labranza inapropiadas, ausencia de coberturas vegetales, sobrepastoreo, entre otros) en muchas de las áreas desforestadas (Benavides, 1995; Simón, 1998).

Sin embargo, en la última década muchos de los países de la región han incorporado el desarrollo sostenible como elemento fundamental en sus políticas agrarias. Esto crea un nuevo marco para los sistemas de producción animal, los cuales no solo deberán incrementar su productividad para responder a las demandas de seguridad alimentaria de la población, sino que tendrán que ser cada vez más compatibles con el uso racional de los recursos naturales.

En este contexto la incorporación de las leñosas perennes (árboles y arbustos) en los sistemas de producción ganadera y agrícola, es una estrategia que puede contribuir a mediano y largo plazo a reducir el deterioro ambiental. Además de su contribución a contrarrestar los impactos ambientales negativos característicos de los sistemas convencionales, constituye un mecanismo para diversificar las empresas agropecuarias, genera nuevos productos e intensifica el uso del recurso suelo (Libreros, 1995; Simón, 1996a). Por estas razones, visualizar la actividad agropecuaria en sistemas agroforestales constituye un enfoque válido, necesario y actual en la investigación y la capacitación para el desarrollo pecuario de los trópicos (Iglesias, 1999).

Dentro de los sistemas agroforestales, la utilización de los sistemas silvopastoriles va tomando mayor interés e importancia para la producción animal en nuestra área y en especial en Cuba, donde han demostrado los beneficios de la integración del componente arbóreo con las pasturas como un elemento mejorador de la productividad en la actividad ganadera.

¿Qué son los sistemas silvopastoriles?

Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de especies leñosas perennes (árboles y arbustos), que interactúan con los componentes tradicionales (pastos y animales), todos bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim, 1999).

Según Jiménez, Muschler y Köpsell (2001) las combinaciones de leñosas perennes con pasturas y animales pueden ser muy diversas, lo que ha generado diferentes tipos de sistemas silvopastoriles:

- **Cercas vivas:** consiste en la utilización de árboles para la delimitación de potreros o propiedades, complementados con el uso de alambre de púas. Cada día es más reconocida su importancia en la producción de leña, postes, madera, forrajes, como ornamento, regulador ambiental y promotor de la biodiversidad en las fincas ganaderas (Simón, 1996b; Méndez, Beer, Faustino, Otárola, 2000).
- **Bancos forrajeros:** es el establecimiento de áreas forrajeras en bloques compactados, de especies arbóreas sembradas con alta densidad, que tienen como objetivo maximizar la producción de biomasa de alta calidad. Si la especie tiene más del 15 % de proteína cruda, el bloque constituye un banco proteico; si los niveles energéticos superan el 70 % entonces se considera un banco energético y si cumple los dos requisitos se denomina un banco energético-proteico (Pezo e Ibrahim, 1999). Los bancos forrajeros tienen como propósito fundamental complementar la dieta de los animales, especialmente en las épocas de mayor escasez (Palma, Ruiz y Jordán, 2000).
- **Pastoreo en plantaciones forestales o frutales:** estos sistemas están poco distribuidos en América y consisten en la utilización de plantaciones forestales o frutales para el pastoreo de animales. En las plantaciones forestales la introducción de la ganadería tiene como objetivo disminuir los costos de mantenimiento y controlar los incendios. Entre los casos más difundidos en Cuba están el pastoreo de equinos y ovinos en áreas cítricas (Simón, Iglesias, Cáceres y Duquesne, 1994; Mazorra, Rosa, Álvarez y Borroto, 2001).
- **Pasturas en callejones:** es una modificación del sistema de cultivos en callejones, en el cual se utilizan especies forrajeras en vez de cultivos. El follaje de los árboles es podado frecuentemente y puede ser incorporado al suelo como abono verde o para propósitos forrajeros en la época seca.

- **Setos y bosquetes de uso agrosilvopastoril:** estos son sistemas más complejos en los que se utilizan setos o bosquetes de usos múltiples, que combinan componentes agrícolas, silvícolas y pecuarios para ramoneo, la producción de forraje, madera y leña, abono verde, protección y recuperación de suelos. Por sus diferentes componentes estos sistemas también pueden ser clasificados como agrosilvopastoriles.
- **Árboles y arbustos en potreros:** consiste en la utilización de árboles en los potreros sin un arreglo espacial definido y con diversos objetivos (leña, madera, frutos, ramoneo, sombra y abono). El establecimiento de las especies leñosas puede provenir de diversas formas: remanentes de bosques originales, como resultado del proceso de sucesión vegetal o a través de la plantación de árboles y arbustos en pasturas. Según Murgueitio, Rosales y Gómez (2001) los árboles en los potreros mejoran el suelo y dan sombra al ganado; producen forraje y frutos, los cuales son consumidos por los animales; e incrementan la disponibilidad de nutrientes para el pastos, en especial aquellas especies que son leguminosas. En Cuba esta última modalidad ha sido la más utilizada y es conocida como silvopastoreo; consiste en sembrar árboles en franjas en las áreas de pastoreo, con densidades entre 1 000 y 3 000 plantas/ha. La explotación se inicia cuando los árboles sobrepasan la altura de 2 m, con una carga baja, que se va incrementando en dependencia de la evolución del sistema. Los resultados que más se destacan son: producciones de leche entre 7 y 10 litros/vaca/día. Buen estado físico de los animales, índice de gestación alto, lactancias prolongadas y buena calidad de la leche (Simón, 1999; 2000).

Ventajas en la utilización de los sistemas silvopastoriles

Estos sistemas, por su diversidad, son más estables ecológicamente que los monocultivos y protegen los suelos contra la erosión hídrica y eólica. Con su estructura (tallo, hojas) disminuyen el efecto directo del sol, la lluvia y el viento; con sus raíces reducen la escorrentía superficial del agua lluvia, absorben grandes cantidades de CO₂, retienen la salinidad en zonas costeras, y contrarrestan los procesos de compactación debidos a la labranza o el pastoreo continuo. Los árboles participan activamente en el reciclaje de nutrientes y algunos fijan nitrógeno al suelo, como algunas especies leguminosas. La hojarasca es fuente de materia orgánica, en ella los macro y microorganismos del suelo encuentran condiciones favorables para multiplicarse y descomponer la materia orgánica en formas asimilables por los pastos (Giraldo, 1996a; Murgueitio et al., 2001).

Los sistemas silvopastoriles generan, además, un sinnúmero de productos como: alimentos para el hombre, forraje para los animales de alto valor nutritivo y rico en proteína, materiales de construcción, medicina, leña, madera, entre otros. Mejoran el microclima para las plantas, los animales y el hombre, ya que modifican la incidencia de los rayos solares. Contribuyen a embellecer el ecosistema ganadero y son fuente de biodiversidad (Jiménez y Beer, 1999; Simón, 2000).

1.3.2. Los sistemas silvopastoriles en la alimentación de los bovinos jóvenes

Una gran diversidad de especies con alto potencial para la alimentación animal en sistemas silvopastoriles han sido identificadas en diferentes zonas y para las más variadas condiciones edafoclimáticas (Giraldo, 1996b). La utilización del follaje de estas forrajeras como suplemento proteico va tomando mayor auge en los países tropicales, por ser una fuente proteica mucho más económica que las convencionales (soya, algodón, harina de carne y pescado). Muchos y muy valiosos han sido los resultados alcanzados durante la última década sobre la utilización de estas arbóreas forrajeras para la producción de leche y carne bovina. A pesar de esto, pocas han sido las investigaciones realizadas en animales jóvenes (terneros) para evaluar el potencial de estos sistemas.

Sin embargo los resultados hasta la fecha son muy alentadores; según Camero (1995; 1996), con la utilización del follaje de leguminosas arbóreas como suplemento proteico en dietas de terneros posdestete, se logran ganancias de peso aceptables y constituye una alternativa de suplementación más económica que las fuentes tradicionales utilizadas.

Pineda (1986), al estudiar en terneras de lechería el efecto de cuatro niveles de sustitución de la proteína aportada por la harina de soya (65 % de los requerimientos totales), por follaje de *Erythrina*

poeppigiana (Poró), demostró la factibilidad económica de sustituir el 67 % de la proteína en las raciones. Las terneras ganaron 372 g/animal/día; estas ganancias fueron menores que cuando se suplementó con harina de soya (410 g/animal/día), pero no hubo diferencias significativas.

En estudios similares realizados por Vásquez (1992), al alimentar terneras Jersey cruzadas con criollo lechero centroamericano, con una dieta basal de caña de azúcar, usando como fuente de proteína urea, *E. poeppigiana* (Poró) y harina de pescado, encontró ganancias de peso de 648 g/animal/día al utilizar el Poró. El análisis económico demostró que el uso de esta planta como suplemento proteico rindió ingresos netos superiores de 7.7 y 2.2 veces con respecto a la harina de pescado y la urea.

Cardona y Suárez (1996), al estudiar la suplementación con *Leucaena leucocephala* en terneros que pastoreaban en *Cynodon plectostachyus*, encontraron que los animales en estas condiciones ganaron más peso que los no suplementados (632 vs. 573 gramos diarios por animal). Estos mismos autores señalan ganancias diarias de 757 g/animal/día en animales Mestizo-Cebú bajo pastoreo en una asociación de *Brachiaria decumbens* y *Leucaena* en zonas cafetaleras, superiores a las alcanzadas en pastos en monocultivo (647 g/animal/día).

Al estudiar el efecto de la suplementación con *Gliricidia sepium* en el comportamiento animal en bovinos Cebú al destete, Arcos (2000) encontró diferencias significativas ($P < 0,001$) en cuanto al aumento de peso a favor del tratamiento suplementado, con ganancias superiores a los 310 g/animal/día.

Por su parte Pineda (2001a), al estudiar un sistema silvopastoril con *Setaria sphacellata* y *Erythrina sp.* para la crianza de terneros Jersey, constató un incremento significativo de las ganancias de peso diario, una disminución de las diarreas infecciosas y un mejor desarrollo corporal, en comparación con los que se criaban en sistemas tradicionales. Resultados similares se encontraron al pastorear terneros de carne en sistemas con cítricos, con ganancias de peso diario entre 270 y 430 g/animal, en dependencia de la época del año (Pineda, 2001b).

En Cuba, Franco, Vargas, Padrón y Molina (2001), al incluir la *Leucaena* en la alimentación de terneros, lograron reducir la edad del destete de más de 6 meses a 4,5 meses y obtuvieron ganancias de 456 g/animal/día en los animales suplementados con respecto a los del control (310 g/animal/día). La utilización de los frutos de estas especies arbóreas también ha sido informada como una excelente alternativa para la alimentación de los bovinos jóvenes. Roncallo, Navas y Garibella (1996) y Roncallo, Torres y Sierra (2000), al utilizar el fruto del algarrobillo (*Pithecellobium saman*) en la alimentación de terneros de levante, alcanzaron ganancias de peso entre 452 y 541 g/animal/día, las cuales mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento testigo.

1.3.3. Papel de los árboles en el mejoramiento del confort y la salud de los animales. Principales resultados alcanzados en las investigaciones parasitológicas en estos sistemas.

Las temáticas de la salud y el comportamiento animal han sido poco abordadas en las investigaciones realizadas en los sistemas silvopastoriles. Los primeros estudios datan de la década de los 70; sin embargo, los resultados alcanzados hasta el momento no satisfacen el nivel de utilización de estos sistemas en el trópico.

La mayor parte de las investigaciones han estado enmarcadas en la caracterización etiológica y epidemiológica de las parasitosis gastrointestinales en ovinos bajo condiciones silvopastoriles (Valenzuela, Quintana y González, 1988; Valenzuela, Quintana y Fernández, 1991 y Ndao, Belot, Zinsstag y Pfister, 1995a). Mientras, que los resultados obtenidos en bovinos, aunque más antiguos, han sido menos investigados.

Etiología

Estudios realizados por Ndao, Belot, Zinsstag y Pfister (1995b) en sistemas silvopastoriles en la región de Senegal, mostraron en los animales la presencia de los géneros *Haemonchus contortus*, *Cooperia punctata*, *Cooperia pectinata*, *Oesophagostomum radiatum* y *Bunostomum phlebotomum* en el 92, 88, 65, 75 y 54 % de los animales en estudio.

En Cuba bajo condiciones silvopastoriles, Soca, Simón, Aguilar y Francisco (1998) encontraron en los animales la presencia de los géneros *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Oesophagostomum* y *Cooperia*, en porcentajes del 36,2; 27,4; 19,3 y 17,1 %, respectivamente. Resultados similares observaron Soca, Simón, Aguilar, Roche y García (2001) bajo condiciones comerciales, donde el género *Haemonchus* fue el más relevante, con un 61,40 % de incidencia anual del rebaño, el cual alcanzó la mayor infestación en los meses de agosto (100 %) y diciembre (86,37 %). El género de menor incidencia anual fue *Ostertagia* con 3,59 %.

Estos mismos autores señalaron que las infestaciones más frecuentes bajo condiciones silvopastoriles fueron las triples (50 %), seguidas de las dobles (17 %) y las cuádruples (17 %) y por último las puras con el 16 %. En general, las infestaciones mixtas (84 %) fueron superiores a las puras.

Comportamiento estacional de las nematodosis gastrointestinales bajo condiciones silvopastoriles

Cortes (1976), al estudiar las fluctuaciones estacionales de los parásitos gastrointestinales en bovinos desde su nacimiento hasta el destete en zona de bosques y llanos, observó la presencia de *Strongyloides papillosus* desde los 4 días de nacidos en los bovinos bajo las condiciones de bosque. El nivel máximo de estas parasitosis se alcanzó a los 40 días, la cual fue declinando vertiginosamente hasta los 180 días, llegando en forma insignificante hasta el destete. Sin embargo, en el llano se vieron los huevos 16 días más tarde, con la cima y su declinación más retardada.

Este mismo autor, al estudiar el comportamiento de la familia Trichostrongylidae, encontró en el bosque la presencia de estos parásitos a los 40 días de nacidos los animales, con una infestación máxima a los 160 días. Mientras, en el llano la infestación se encontraba en la mínima expresión. La patogenicidad de estos parásitos en el bosque se atribuyó al exceso de humedad y a la ausencia de pastos, los cuales favorecen el desarrollo de las larvas.

Sin embargo, al comparar un sistema silvopastoril (árboles en pasturas) con el de pastoreo solamente a base de pastos, Soca, Simón y Francisco (2000) encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) tanto en la época de lluvia como en la seca, a favor del sistema silvopastoril, el cual mostró valores inferiores de infestación parasitaria con respecto al sistema convencional. Estos resultados coinciden con los alcanzados por Djimde, Torres y Migongo- Bake (1989) y Pezo e Ibrahim (1999), quienes le atribuyen al uso de los árboles en los sistemas productivos efectos directos en la sobrevivencia de los animales en pastoreo, porque disminuyen la presencia de parásitos y vectores que diseminan enfermedades.

Según Soca y Arece (2000), el comportamiento estacional de estas nematodosis en los sistemas silvopastoriles muestra una dinámica similar a la de los sistemas de pastos en monocultivo. En la época de lluvia, para las condiciones cubanas, la mayor infestación parasitaria ocurre entre los meses de julio y septiembre, los cuales coinciden con los de mayor precipitación. Un comportamiento similar mostró la época de seca, lo cual estuvo relacionado con los altos por cientos de humedad relativa.

En este contexto los sistemas silvopastoriles desempeñan un importante papel, ya que ponen a disposición de los animales producciones de biomasa comestibles que superan los 5 000 kg de materia seca/ha anual (Machado y Seguí, 1997; Hernández, Carballo, Reyes y Mendoza, 1998; Simón, 1998), lo que les permite a los animales hacer una mejor selección de los alimentos. Esta disponibilidad, unido al efecto de ramoneo en las plantas, hacen que los animales se alimenten de las partes más altas en el pastizal, disminuyendo los consumos cercanos al suelo y con ello las infestaciones de estos parásitos, ya que según Rodríguez (1999) la mayor cantidad de larvas se localizan entre 0 y 25 cm de altura en el pasto.

Por otra parte, la altura de la biomasa que crece debajo de estos sistemas supera los 50 cm de altura (Soca, Simón, Aguilar y Francisco, 1999), donde en muchos casos resulta difícil la migración de los estadios infestivos de estos parásitos.

Por otra parte, la alta disponibilidad de alimentos en el sistema silvopastoril disminuye la presión de pastoreo sobre las pasturas. Este fenómeno contribuye a disminuir los consumos de los animales cercanos a las excretas, ya que los bovinos rechazan los pastos contaminados por las excretas cuando la disponibilidad de alimentos es alta en otras áreas del pastizal.

Efectos de los sistemas silvopastoriles en la descomposición de las excretas y su relación con las nematodosis gastrointestinales

Con la caída de las bostas al suelo, pueden encontrarse en el excremento o en sus inmediaciones toda una serie de organismos edáficos de variadas exigencias tróficas que aprovechan las condiciones de las excretas para buscar sus presas, refugiarse o alimentarse. Tal es el caso de oligoquetos, isópodos, colémbolos, ácaros, coleópteros coprófagos, entre otros.

Los sistemas silvopastoriles proporcionan condiciones edafoclimáticas que favorecen el desarrollo de una rica y variada fauna en el suelo; al respecto en estudios realizados por Sánchez, Hernández y Simón (1998) se observaron incrementos en el número de individuos por metro cuadrado en los sistemas silvopastoriles con respecto a las áreas con pastos en monocultivos. Al comparar los índices ecológicos de diversidad entre las áreas arboladas y sin árboles, estos autores hallaron que la mayor riqueza de especies, abundancia proporcional de organismos en el suelo, equitatividad, diversidad y dominancia fue en el sistema silvopastoril (0,87; 1,11; 0,62; 0,69 y 0,41 respectivamente); mientras que en el área sin árboles los indicadores en ese mismo orden no superaron los valores 0,77; 0,91; 0,56; 0,49 y 0,51.

En este sentido, Soca, Simón, Roche, Sánchez, Aguilar y Gómez (2001) al estudiar el comportamiento de la fauna edáfica debajo de las bostas, encontraron un incremento significativo del número de individuos por m² y una mayor diversidad de géneros en el sistema silvopastoril con respecto al tradicional. Por su parte Coral y Bonilla (1998) encontraron una mayor diversidad y abundancia de individuos, en especial de los coleópteros, en sistemas de bosques con respecto a praderas y áreas de cultivo. Según estos autores la mayor presencia de individuos bajo estas condiciones se debe a los altos contenidos de materia orgánica, la provisión de sombra y la alta humedad.

Por otra parte, Hauser (1993) afirma que la mayor actividad biológica del suelo se ha encontrado bajo los árboles, donde hay condiciones adecuadas de humedad y temperatura, así como fuentes de alimentos para el buen desarrollo de la fauna edáfica.

Según Lobo y Veiga (1990); Barth, Karrer y Heinze-Mutz (1995); Rodríguez et al (1998) y Crespo y Rodríguez (2000), la presencia de esta fauna, en especial los coleópteros, las lombrices y las larvas de dípteros, desempeñan un importante papel en la descomposición de las bostas, porque al remover grandes cantidades de excremento promueven la aireación y la actividad microbiana.

En este sentido, al estudiar la dinámica de descomposición de las bostas de terneros en sistemas silvopastoriles, Soca et al (2001) pudieron comprobar que en estos sistemas existe una rápida descomposición de las excretas, las cuales pierden el 50 % de su peso antes de las 48 horas después de haber sido depositadas, alcanzándose a los 7 días una descomposición superior al 95 %. En el sistema convencional la excreta mostró una descomposición más lenta, momificándose a partir del tercer día con un incremento de la costra en las bostas.

Los estudios coprológicos mostraron resultados similares a la dinámica de descomposición en el sistema silvopastoril, con una disminución significativa ($P < 0,01$) en el conteo fecal de huevos (hpg) y en la reducción del por ciento de infestación de las excretas, el cual fue del 59 % a las 72 horas (413 hpg) y del 100 % a los 7 días posteriores a la deposición. Sin embargo, en el sistema tradicional la reducción fue más lenta y la permanencia de las excretas en el pastizal permitió constatar conteos fecales de 408 hpg a los 7 días (168 horas), los cuales fueron superiores a 200 hpg pasados los 50 días posteriores a la deposición.

Estos autores encontraron una relación directa entre la descomposición de la excreta, la disminución del hpg y la estructura biológica del suelo debajo de la bosta, en especial con la presencia de coleópteros, que fueron significativamente ($P < 0,01$) mayores en el sistema silvopastoril en relación con el sistema de pastos en monocultivo.

El papel de los coleópteros coprófagos en el control de las parasitosis ha sido estudiado por diversos autores; según Lobo y Veiga (1990), estos organismos constituyen enemigos naturales de los nemátodos porque durante el proceso de descomposición de las bostas ejercen efectos nocivos en los huevos y larvas, los cuales son destruidos en el proceso de alimentación o enterrados en las profundidades del suelo; modifican la calidad y cantidad del excremento ya que exponen los huevos y

larvas a la acción de otros depredadores, y de esta forma interrumpen los ciclos biológicos y limitan el acceso del ganado a los estadios infestivos de estos parásitos.

Durie (citado por Lobo y Veiga, 1990) establece que si las heces contaminadas fueran enterradas por los coprófagos antes de que los parásitos alcancen el estado infestivo, el potencial de cada bosta quedaría muy reducido. Este mismo autor informa que en Australia estos organismos son capaces de reducir la contaminación larvaria aproximadamente a la mitad. Resultados similares en la reducción del número de parásitos por actividad enterradora de los coleópteros han sido señalados por Bryan (1976) y Delgado y Scull (1987). Según Caracostantogolo, Mariategui, Speicys y Eddi (1995) la presencia de los coleópteros coprófagos contrarrestaría el aumento de parásitos en los animales, la volatilización del nitrógeno, la acumulación de bostas en el pastizal y la proliferación de moscas que necesitan de las excretas para desarrollarse.

Otros efectos que ejercen los sistemas silvopastoriles en la salud animal

La presencia de leñosas perennes en los sistemas ganaderos puede contribuir de forma directa en la salud animal. La biomasa comestible de estas plantas, en especial de las leguminosas, es rica en proteína cruda (PC), vitaminas y la mayoría de los minerales. Los por cientos de proteína pueden variar entre 23 y 30 % y este es el atributo que más se ha destacado en el uso de los árboles para la alimentación animal. La utilización de estas plantas mejora significativamente el plano nutricional y las respuestas inmunológicas de los animales, aspecto que ya fue abordado en acápite anteriores.

Los árboles, a través de su sombra, contrarrestan la intensidad de los factores climáticos, pues interfieren parcialmente el paso de las radiaciones solares hacia la superficie corporal del animal, disminuyen el estrés térmico y crean condiciones de confort para los animales (Carpio y Gómez, 1993).

A la sombra se le atribuyen varios efectos benéficos en la salud y el comportamiento animal, entre los que se encuentran: un mayor tiempo de los animales dedicados al pastoreo y la rumia, lo que les permite hacer un mayor consumo de alimentos y seleccionar los de mejor valor nutritivo; un incremento en la eficiencia de conversión alimentaria y una mejora en las ganancias de peso en los animales. Además, reduce la tasa de mortalidad en animales jóvenes y alarga la vida útil en los animales, ya que proporciona un crecimiento y desarrollo corporal adecuado y una mejor respuesta inmunológica ante las enfermedades.

Por otra parte, el extracto de muchas plantas ha sido utilizado durante los últimos años en el control de varias parasitosis. Una gran variedad de plantas perennes, entre ellas las leguminosas han sido señaladas con propiedades antihelmínticas en algunos momentos de su crecimiento (Hammond, Fielding y Bishop, 1997). Según Waller (1998) las plantas que presentan taninos condensados disminuyen las infestaciones parasitarias en los animales, además contribuyen a mejorar el plano nutricional por su rol en la protección de la proteína pasante a nivel de la degradación ruminal.

CAPITULO 2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

2.1. Descripción del sitio

Localización

El estudio se realizó en áreas experimentales de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba. Ubicada en los 20° 50' de latitud norte y 79° 32' de longitud oeste, a una altitud de 19 msnm.

Clima

El clima se caracteriza por dos períodos bien definidos, uno lluvioso de mayo a octubre, donde cae el 70–80 % de las lluvias, y otro seco, de noviembre a abril, con una precipitación media anual aproximada de 1 300 mm. La temperatura promedio es de 23,1°C, con una humedad relativa de 60–70 % durante el día y 80–90 % durante la noche. Los datos climáticos del período experimental fueron tomados de la Estación Meteorológica enclavada en las áreas de la institución (Anexos I y II).

Suelo

Los sistemas en estudio se encontraban establecidos sobre un suelo Ferralítico Rojo (Academia de Ciencias de Cuba, 1979), de mediana fertilidad, con un 80 % de arcilla, buenas condiciones de aireación y un pH ligeramente ácido (6.3). La tabla 3 muestra los datos de la caracterización del suelo en las áreas experimentales.

Tabla 3. Características del suelo en el área experimental.

Sistemas	pH	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
Sistema silvopastoril	6,55	3,95	40,63	28,24	5,18	1,26	0,33
Sistema sin árboles	6,35	3,10	41,13	26,31	4,46	1,28	0,35

2.2. Descripción de la investigación

Las investigaciones se realizaron en dos sistemas: A) Sistema silvopastoril (árboles en pasturas) y B) Sistema sin árboles (pastos en monocultivo), durante un año, en las épocas de lluvia y seca, respectivamente, desde julio del 2000 hasta septiembre del 2001. Para ello se ejecutaron tres experimentos:

Experimento 1. Determinación de la velocidad de descomposición de las bostas de bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles.

Experimento 2. Caracterización parasitológica de las bostas de bovinos jóvenes bajo condiciones silvopastoriles.

Experimento 3. Comportamiento estacional de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en los sistemas silvopastoriles.

2.3. Características de los sistemas en estudio

El sistema silvopastoril fue establecido en octubre de 1995, utilizando plantas aviveradas de *Gliricidia sepium* con un marco de siembra de 4 por 2 m entre plantas. En el inicio del experimento la plantación tenía una edad de 4 años y medio, una altura de 1,80 m y una densidad de 850 plantas/ha.

Tabla 4. Composición botánica de los sistemas en estudio (%).

Especies	Sistema silvopastoril	Sistema sin árboles
<i>Brachiaria decumbens</i>	46,46	68,66
<i>Andropogon gayanus</i>	18,58	-
<i>Dichanthium sp.</i>	21,18	21,46
Leguminosas herbáceas	6,69	7,30
<i>Paspalum notatum</i>	1,15	-
Área despoblada	1,10	-
Otras especies	4,83	2,58

La composición botánica de ambos sistemas puede apreciarse en la tabla 4. Para su determinación se utilizó el método de los pasos descrito por Anon (1980). Después de haber recorrido el cuartón se trazaban dos diagonales, tomándose 100 observaciones.

2.4. Manejo animal en los experimentos

En cada sistema pastoreaban 6 bovinos jóvenes machos, de la raza 5/8 Holstein x 3/8 Cebú, con una edad promedio al iniciar el experimento de 6 meses y un peso promedio de 86 kg. Cada tratamiento contaba con seis cuartones, con un área aproximada de 0,25 ha y una manga, independiente para cada tratamiento, para el acceso de los animales al agua.

El manejo del pastizal fue similar en ambas épocas. La rotación fue de 7 días de estancia y 35 de reposo. Los animales permanecían durante las 24 horas del día en el pastoreo, donde contaban con suministro de agua diariamente. En la época de sequía se le suministró pienso criollo (cascarilla de cítrico deshidratada y miel-urea) a razón de 1 kg de pienso/animal/día.

Tabla 5. Composición química del pienso criollo (%).

	MS	PB	FB	Ca	P
Pienso criollo	21,6	10,3	18,3	2,51	0,83

2.5. Características de las excretas en estudio

En la época de seca las excretas en estudio tenían un peso promedio de 660 g, un diámetro de 16,5 cm y una profundidad de 3,75 cm. En la época de lluvia el peso fue de 550 g, con un diámetro de 16,9 cm y una profundidad de 3,4 cm. En ambas épocas, las excretas, individualmente, ocupaban en el pastizal un área aproximada de 0,013 m².

La composición bromatológica y el comportamiento de la temperatura de las excretas en ambas épocas se pueden apreciar en los Anexos III y IV.

2.6. Procedimiento experimental

Experimento 1. Determinación de la velocidad de descomposición de las bostas de bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles.

Se utilizó un diseño muestral aleatorizado y los estudios se realizaron en cuatro momentos en cada época. Con la salida de los animales del área de pastoreo fueron seleccionadas y marcadas a través de un método de muestreo sistemático, 35 bostas en cada momento, para los cuales se prefijaron valores de diámetro (16 ± 1) y profundidad (3 ± 1) en las excretas. Para este estudio se utilizó la metodología descrita por Crespo et al. (1995). Cada 5 días se tomaron cuatro bostas (cada una constituyó una réplica en cada momento de muestreo) para determinar las pérdidas de peso, por un método destructivo. Sin embargo, la rápida descomposición de las excretas en el sistema silvopastoril obligó a reducir el tiempo entre muestreos a 2 días. Este estudio se realizó solamente durante el período de reposo del cuartón (35 días). Las mediciones se ejecutaron entre las 8:30 y las 10:00 a.m.

Análisis estadístico. Para el análisis de varianza y los cálculos de los estadígrafos de dispersión se utilizó el paquete estadístico OFERTA. Con el fin de determinar las relaciones entre el peso de la excreta y las variables en estudio se utilizó el siguiente modelo matemático, el cual esta incluido en los paquetes estadísticos del ICA.

$$Y_{ijklmno} = D_i + T_j + P_k + H_l + A_m + B_n + TB_o + e_{ijklmno}$$

Y= peso de la bosta

D_i = efecto i - ésimo día

T_j = efecto j – ésimo temperatura ambiente

P_k = efecto k – ésimo precipitación

H_l = efecto l – ésimo humedad relativa

A_m = efecto m – ésimo altura del pasto

B_n = efecto n – ésimo biota del suelo

TB_o = efecto o – ésimo temperatura de la bosta.

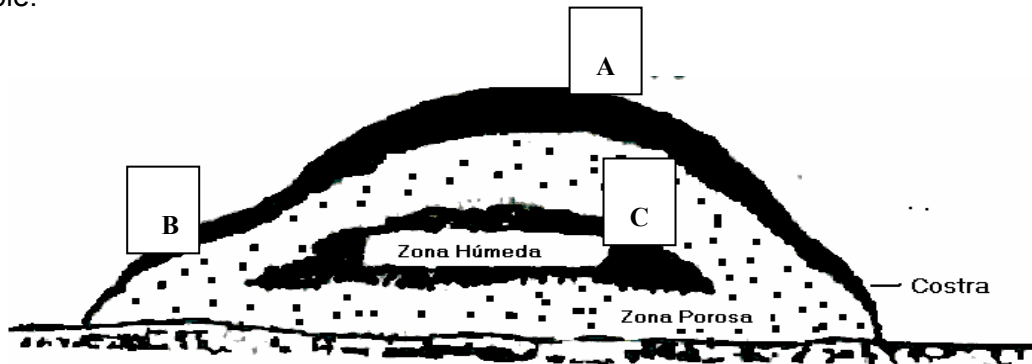
Experimento 2. Caracterización parasitológica de las bostas de bovinos jóvenes bajo condiciones silvopastoriles.

Los muestreos se realizaron mensualmente, utilizándose 30 bostas, las cuales fueron seleccionadas y marcadas a través del método de muestreo sistemático a la salida de los animales del área de pastoreo. Los estudios se efectuaron durante los 7 días posteriores a la deposición de las bostas. Se muestrearon cuatro bostas por día y cada una constituyó una réplica. Se utilizó un método de muestreo destructivo y cada bosta fue muestreada en tres partes: a) costra, b) borde cercano al suelo (siempre orientando hacia el norte) y c) zona húmeda. Las mediciones se realizaron entre las 8:30 y las 10:00 am.

Análisis estadístico. Para el procesamiento de los datos experimentales se le realizó al conteo de huevos (hpg) una transformación logarítmica (\log_{10}). El análisis de varianza y los cálculos de los estadígrafos de dispersión se calcularon a través del paquete estadístico OFERTA. Para las correlaciones entre el conteo de huevos y el peso de la excreta se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS (ver. 7,0).

Los muestreos se realizaron mensualmente, con una frecuencia de 30 días al 100 % de los animales en estudio (6 animales por tratamiento, cada uno constituyó una réplica). Para los estudios parasitológicos se extrajo una muestra de heces fecales directamente del recto de los animales, la cual fue trasladada inmediatamente al laboratorio para su procesamiento en bolsas de nailon blancas, correctamente identificadas y cerradas sin aire en su interior.

Análisis estadístico. Para el análisis de varianza y los cálculos de los estadígrafos de dispersión se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS (ver. 7,0). Para el análisis del promedio anual y por época del conteo de huevos (hpg) en los animales se realizó una transformación logarítmica (Log^{10}) a esta variable.



Áreas de la excreta que fueron muestreadas

Experimento 3. Comportamiento estacional de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en los sistemas silvopastoriles.

2.7. Mediciones experimentales

En las excretas se realizaron las siguientes mediciones:

- Factores climáticos:** se midieron las precipitaciones, la humedad relativa y la temperatura en el suelo debajo de la bosta y al ambiente. La temperatura del suelo se determinó a 5 cm de profundidad, utilizando un termómetro para suelo. El resto de las mediciones fueron tomadas de la Estación Meteorológica, la cual se encuentra a 200 m de las áreas experimentales.
- Análisis en el excremento:** a cada bosta se le determinó el peso fresco, el diámetro y la altura o profundidad en el momento del muestreo. Para la determinación del peso se utilizó una balanza analítica y de cada excreta se tomó una muestra de 300 g, la cual fue enviada al laboratorio de análisis químico con el fin de determinar su composición química: materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), calcio (Ca), fósforo (P) y ceniza, después de haber sido secada en la estufa. Además, se midió la temperatura en la excreta (borde, costra y zona profunda), para lo cual se utilizó un termómetro común.

Cada bosta fue examinada individualmente para determinar su estructura biológica. Se contabilizaron los individuos que se encontraban en ella. Una muestra de todos los organismos encontrados fue trasladada al laboratorio para su identificación por phylum, clase y orden, en frascos de cristal con solución de alcohol + formol al 3 %.

- Cobertura vegetal:** se determinó el tipo y la altura de los pastos que rodeaban las bostas. Las muestras de pastos fueron cortadas a una altura superior a los 5 cm, simulando el corte del animal.
- Estructura biológica del suelo:** para la caracterización de la macrofauna edáfica se utilizó la técnica descrita por Anderson e Ingram (1993), perforándose el suelo debajo de la excreta entre 0 y 10 cm de profundidad, al 50 % de las bostas en estudio. Todos los organismos encontrados fueron contabilizados, separados por grupos y trasladados al laboratorio en frascos de cristal con solución de alcohol + formol al 3 % para su identificación. La clasificación taxonómica de la macrofauna edáfica se puede apreciar en la tabla 6.

Tabla 6. Clasificación taxonómica de la macrofauna edáfica en ambos sistemas.

Phyllum	Clase	Orden	Fase	Nombre común
Artrópoda	Insecta	Coleoptera	Adultos larvas	Escarabajos
		Orthoptera	Adultos	Cucarachón
	Myriapoda	Diplopoda	Adultos	Milpiés Mancaperro
		Chilopoda	Adultos	Ciempis
		Crustaceae	Isopoda	Adultos
	Arachnida	Araneae	Adultos	Arañas
	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Adultos

- e) **Estudios parasitológicos:** cada excreta fue estudiada en las tres partes señaladas anteriormente. A cada muestra se le realizó conteos de huevos por gramos de heces fecales a través del método de la Cámara de Mc Master, cultivos de larvas para su posterior clasificación y conteos de larvas en la excreta a través del método de la copa. Se estudio, además, el suelo hasta 10 cm alrededor de las excretas para determinar la presencia de larvas. Todos estos métodos serán explicados posteriormente.

En los animales se realizaron investigaciones parasitológicas similares a los de las excretas en cada uno de los sistemas en estudio, para caracterizar los géneros de nemátodos y el comportamiento estacional del hpg en los animales.

Se hicieron además otras mediciones, entre las que se encuentran:

- **La disponibilidad de materia seca del pastizal:** Se midió mensualmente a través del método ágil descrito por Martínez, Milera, Remy, Yepes y Hernández (1990). Se tomaron en las áreas de pastoreo 80 alturas del pasto, al azar, con una regla graduada. Después de obtenida la altura media del pasto, se cortaron dos marcos aproximadamente a esa altura. Para el cálculo de la disponibilidad se utilizó la siguiente ecuación.

$$DC = (DM \times AA/AM) \times 40$$

DC: Disponibilidad del cuartón

DM: Disponibilidad de los marcos (media)

AA: Altura del área (media)

AM: Altura de los marcos (media)

El factor 40 representa la disponibilidad cuando el marco es de 0,25 m.

- **La disponibilidad de materia seca de las arbóreas:** para ello se seleccionaron al azar cinco plantas en cada cuartón. El forraje se colecto hasta una altura aproximada de 140 cm, simulando el ramoneo de los animales, ordeñando las hojas y porciones tiernas de los tallos de las plantas.
- **Composición química del estrato herbáceo y arbóreo:** mensualmente se tomó una muestra de 300 g de cada uno, la cual fue enviada al laboratorio de análisis químico para la determinación de su composición química (MS, PB, FB, Ca, P y ceniza).

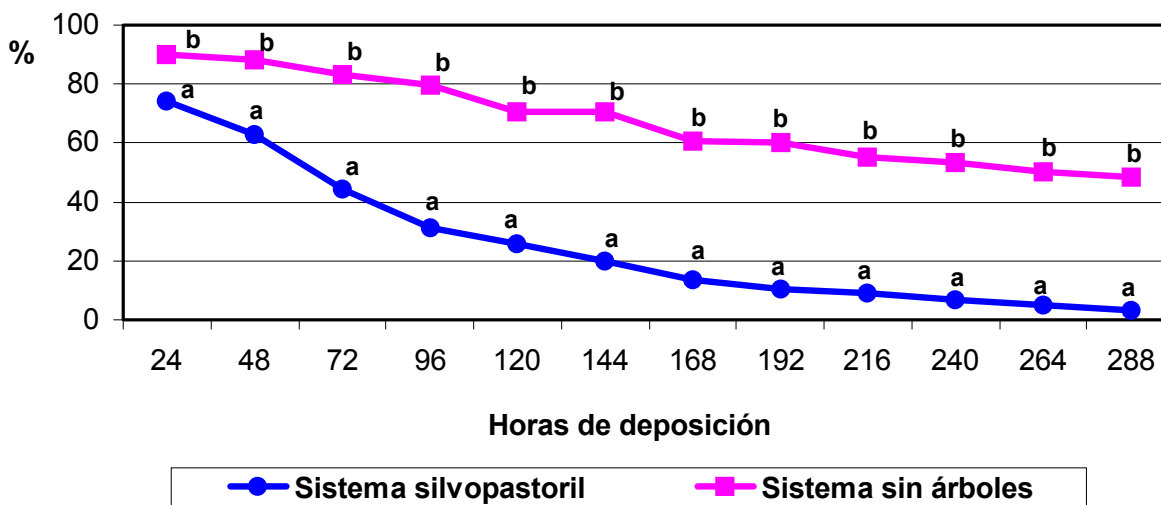
Estudios parasitológicos

- *Conteo de huevos por gramo de heces fecales (hpg)*: se utilizó la técnica de Mc Master modificada, descrita por Hansen y Perry (1994), que consiste en tomar 2 g de HF y mezclarlo con 42 mL de solución de CINA saturada (420 g de CINA en 1 litro de agua). La suspensión obtenida se pasa por un tamiz de malla fina, posteriormente la solución se agita vigorosamente para obtener una distribución homogénea de los huevos, e inmediatamente por medio de una pipeta de Pasteur, se llenan las cámaras de conteo, teniendo la misma ligeramente inclinada.
- *Cultivo de larvas*: para los cultivos de larvas en el laboratorio se utilizó la técnica de los coprocultivos, descrita por Roberts y O'Sullivan (1950). Se tomaron 20 g los cuales fueron mezclados hasta obtener una pasta homogénea; a las HF muy compactas se les agregó agua para facilitar la mezcla, posteriormente se colocó en un frasco de cristal de boca ancha, correctamente identificado (incluye la fecha, número del animal o excreta, según sea el caso) y sin tapar se puso a incubar a temperatura ambiente durante 10 días. Pasado el período de incubación el frasco se llenó de agua hasta el borde y se le dio vuelta sobre una placa de Petri, a la que se le agregaron 10 mL de agua. Transcurridas 3 horas, la placa se inclinó y se recolectó con una pipeta el líquido transparente que contenían las larvas, las cuales fueron observadas al microscopio y clasificadas morfológicamente teniendo en cuenta la metodología descrita por Keith (1953).
- *Colección de larvas en la excreta*: se utilizó la técnica de la Copa, descrita por Rodríguez et al (1987), que consiste en sustituir el embudo de vidrio del método de Baermann por una copa de cristal. Se llenan las tres cuartas partes de la copa con agua a 40°C, se toma un pedazo de gasa y se ponen 5 g de HF, atándose los extremos. El bulto se introduce en el agua de manera que esta lo cubra por completo. Las muestras se dejan en reposo durante 14–16 horas, pasado este tiempo se toma del fondo de la copa con una pipeta tres gotas, las cuales son observadas al microscopio.
- *Estimación de larvas en el pasto*: para la determinación de larvas en el pastoreo se utilizó la técnica de lavado de pastos descrita por Taylor (1939). Se corta el pasto, simulando el corte del animal. Se coloca en una bolsa de nailon, humedeciéndose la muestra, y se identifica para posteriormente trasladarla al laboratorio. Se coloca todo el pasto de la bolsa en un cubo de 10 litros y se le cubre con agua. Se deja reposar durante 24 horas. Pasado este tiempo se retira el pasto cuidadosamente, de forma tal que no se produzcan turbulencias. Se coloca el pasto en bandejas al sol o en estufas para secarse hasta peso constante. Una vez seco, se pesa el pasto y se identifica cada muestra. Se deja el cubo en reposo durante una hora más, comenzando el proceso de decantación, con una hora entre cada sifonaje, hasta obtener una solución de 50 mL; una hora más tarde se sifona hasta 10 mL y se guarda en un refrigerador para su posterior lectura. Las larvas colectadas fueron clasificadas según la metodología descrita por Keith (1953).

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Descomposición de las bostas de bovinos jóvenes bajo condiciones silvopastoriles

La fig. 1 muestra la dinámica de descomposición de las bostas en la época de seca. En el sistema silvopastoril hubo una rápida descomposición de las excretas, la cual mostró diferencias significativas ($P<0,001$), con pérdidas de peso del 40 % pasada las 48 horas de haber sido depositadas, alcanzándose a los 10 días una descomposición superior al 95 %; mientras que en el sistema sin árboles las bostas mostraron una descomposición mucho más lenta, con pérdidas de peso a las 48 horas de solo el 15 % y del 42 % a los 10 días de depositadas.



a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P<0,05$ (Duncan, 1955) *** $P<0,001$

Fig. 1. Dinámica de descomposición de las excretas de bovinos jóvenes en sistemas con y sin árboles en la época de seca.

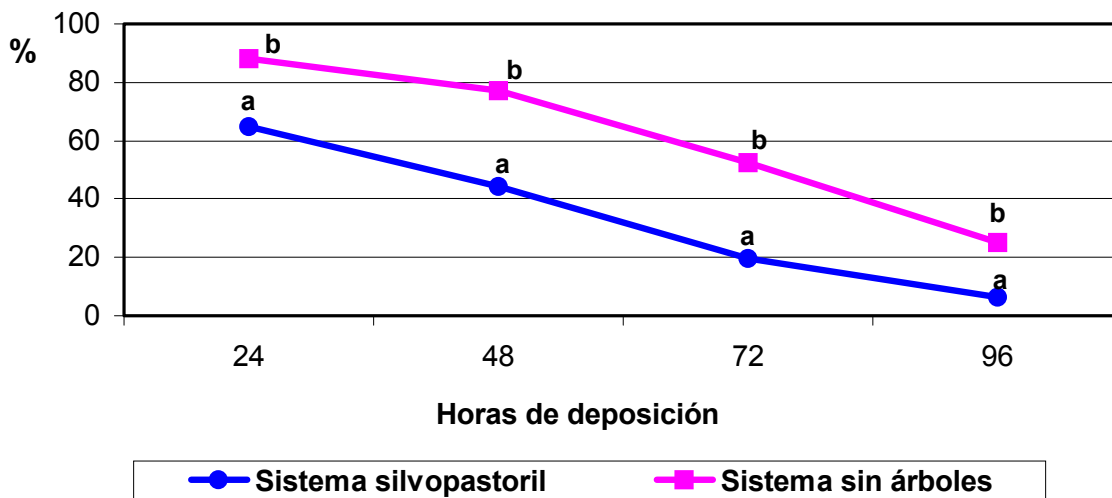
Durante esta época se pudo observar que algunas variables climáticas influyeron significativamente en la descomposición de las bostas, como fue la temperatura ($P<0,001$) y la humedad relativa ($P<0,05$), en especial en el sistema sin árboles, donde la influencia de estos factores sobre las bostas es directa. Esta relación también fue encontrada por Crespo et al. (1995) y Rodríguez et al. (1998) para esta época en sistemas a base de pastos solamente, pero en excretas de vacas lecheras, lo que indica el papel que desempeñan las condiciones climáticas en la desaparición de las bostas.

Los procesos de transformación y descomposición de las excretas comienzan tan pronto como son depositadas en el pastizal y su velocidad de descomposición depende, según Lobo y Veiga (1990), de cuatro factores: los climáticos, la cobertura vegetal, la estructura del suelo subyacente y las características de las bostas; para estos autores los primeros son los más importantes, y en particular considera que la temperatura es la que mayor influencia tiene en la desecación de las excretas en el pastizal.

En este sentido, en los sistemas sin árboles se pudo constatar un incremento del grosor de la costra de las bostas con el paso de los días, lo cual limitó el proceso de desintegración. Según Weeda (1967), durante las épocas secas las bostas se recubren de una costra que las protege del medio, y raramente son rehumedecidas, lo que influye en su tasa de descomposición y prolonga su permanencia en el pastizal por más de 100 días.

Por otra parte, no ejercieron ninguna influencia en la descomposición de las bostas, en ninguno de los sistemas estudiados, el tipo y la altura del pasto, la temperatura de la bosta, ni las precipitaciones. Esta última estuvo dada por sus bajos valores durante esta época.

En la época de lluvia (fig. 2) también se observaron diferencias significativas ($P < 0,001$) a favor del sistema silvopastoril, el cual mostró una descomposición superior al 95 % a las 96 horas,. Sin embargo, la desaparición de las excretas en el sistema sin árboles estuvo relacionada con la fragmentación y dispersión de las excretas en el pastizal a causa de las lluvias y no a un enterramiento de la materia fecal. Así mismo, Rodríguez et al. (1997) alcanzaron mayores tasas de descomposición de las excretas en los meses de mayor precipitación. Según estos autores, el efecto erosivo de las lluvias durante los primeros días de depositadas las excretas acelera su proceso de desintegración y crea condiciones favorables para una mayor actividad de la fauna edáfica sobre las bostas.



a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) *** $P < 0,001$

Fig. 2. Dinámica de descomposición de las excretas de bovinos jóvenes en sistemas con y sin árboles en la época de lluvia.

La descomposición en ambos sistemas fue mucho más lenta en la época de seca que en la lluvia, con mayor velocidad en aquellas excretas sin cobertura vegetal. Las bostas en los sistemas silvopastoriles alcanzaron tiempos de descomposición muy similares a los determinados por Soca et al. (2001) en una asociación de *Albizia lebbbeck* y *Panicum maximum* y a las encontradas por Hernández (2000) en un sistema silvopastoril multisociado (*Leucaena leucocephala* con varias especies de gramíneas y leguminosas), donde se constataron descomposiciones, en excretas de vacas lecheras, superiores al 90 % entre las 24 y 48 horas después de haber sido depositadas.

Sin embargo, los valores alcanzados en este estudio, fueron menores que los informados por Crespo et al. (1995) y Rodríguez et al. (1998) para la época de seca (superiores a 150 días) y por Rodríguez et al. (1997) en la lluvia (superiores a 90 días) en bostas de vacas lecheras. Las causas pudieron estar relacionadas con las características de los sistemas en estudio y las diferencias en el peso de las bostas entre las categorías de animales estudiadas, ya que según Lumaret (citado por Lobo y Veiga, 1990) las bostas más pequeñas evolucionan más deprisa en el tiempo que aquellas que son más grandes (20–25 cm de diámetro y más de 15 cm de espesor). Este mismo autor reportó tasas de desaparición de 11 días en bovinos jóvenes Cebú, con una participación activa de la fauna coprófaga.

En este sentido, la presencia de los árboles resultó vital en el proceso de descomposición de las excretas, ya que los sistemas silvopastoriles proporcionan condiciones edafoclimáticas que favorecen el desarrollo de una rica y variada fauna edáfica; en la tabla 7 aparece el comportamiento de la macrofauna edáfica en ambos sistemas para las épocas de seca y lluvia.

En ambas épocas las lombrices y los coleópteros (larvas y adultos) fueron los principales grupos hallados en los ecosistemas estudiados, similar a lo observado en sistemas tradicionales (pastos en

monocultivos) de pastoreo intensivo por Rodríguez et al. (1999). Sin embargo, resulta importante destacar la mayor cantidad de coleópteros en los sistemas silvopastoriles, los cuales mostraron diferencias significativas ($P<0,01$) en la época de lluvia. El resto de los organismos, aunque no mostraron diferencias significativas entre sistemas se encontraron en mayor número para el sistema silvopastoril en ambas épocas con respecto al sistema sin árboles, con la excepción de los milpiés, aunque sin diferencias significativas.

El sistema silvopastoril mostró un incremento significativo del número de individuos por metro cuadrado ($P<0,05$) y de individuos por bosta ($P<0,01$) con respecto al sistema sin árboles en ambas épocas, los cuales se duplicaron en la lluvia. Estos resultados son similares a los informados por Sánchez et al. (1998) bajo condiciones silvopastoriles comerciales, donde no solo encontraron una mayor cantidad de individuos/m², sino también un mejor comportamiento de los índices ecológicos (diversidad, abundancia, entre otros) en estos sistemas. Así mismo Coral y Bonilla (1998) hallaron una mayor diversidad de individuos en el suelo de sistemas de bosques que en pastizales (monocultivos) y áreas de cultivos.

Durante la época de seca en el sistema silvopastoril se encontró una mayor diversidad de organismos (8 especies), con respecto al sistema sin árboles (6 especies). La mayor cantidad y diversidad biológica en el suelo bajo estos sistemas está directamente relacionada con la presencia de los árboles, los cuales proporcionan condiciones adecuadas de humedad y temperatura, mayores contenidos de materia orgánica, deposición de hojarasca y un mayor reciclaje de nutrientes, que se hace más evidente en presencia de asociaciones de gramíneas y leguminosas, lo que permite crear las condiciones para una intensa actividad biológica en el suelo (Hauser, 1993; Sánchez y Reinés, 2001).

Tabla 7. Comportamiento de la fauna edáfica en los sistemas en estudio (Individuos/m²).

Nombre común	Época de seca			Época de lluvia		
	SS	SSA	ES±	SS	SSA	ES±
Milpiés	101	158	0,32	38	38	0,18
Lombrices	199	101	0,59	218	248	0,58
Coleópteros (adultos)	386	216	1,15	1 936	752	5,57 **
Coleópteros (larvas)	332	233	0,54	252	150	0,62
Cochinillas	73	51	0,18	51	26	0,24
Ciempíes	17	5	0,73	51	38	0,21
Mancaperro	4	2	-	0	0	-
Arañas	2	0	-	0	0	-
Cucarachón	2	0	-	0	0	-
Total (I/m²)	1 116^a	765^b	99,51 *	2 547^a	1 252^b	44,3 *
Individuos/bosta	14,51^a	9,98^b	1,29 **	32,94^a	16,0^b	5,83 **

SS: sistema silvopastoril

SSA: sistema sin árboles

a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P<0,05$ (Duncan, 1955)

*** $P<0,05$**

**** $P<0,01$**

El papel de esta fauna en la descomposición de las excretas ha sido señalado desde inicios del siglo pasado. Con la caída de las bostas en el pastizal pueden encontrarse toda una serie de organismos edáficos de las más variadas exigencias tróficas, que aprovechan las condiciones de los excrementos para buscar sus presas, refugiarse o alimentarse.

La fig. 3 muestra la relación de la macrofauna del suelo y la descomposición de las excretas para los sistemas en estudio. En la época de seca (fig. 3 A), en el sistema silvopastoril, se halló una influencia significativa de la fauna edáfica en la disminución del peso de la bosta, la cual mostró diferencias significativas ($P<0,01$) entre los días; la mayor cantidad de individuos se encontró en las primeras 96 horas, en correspondencia con las mayores tasas de descomposición. Sin embargo, en

el sistema sin árboles (fig. 3 B) no hubo diferencias significativas entre los días ni influencias del peso de las bostas en la dinámica de la fauna edáfica, que mostró un comportamiento estable, no superando los 10 individuos/bostas.

En la época de lluvia la fauna edáfica no mostró diferencias significativas entre los días, tanto para el sistema silvopastoril como para el sistema sin árboles (fig. 3 C y D). Sin embargo, en el primero el peso de la bosta influyó significativamente ($P < 0,01$) en el comportamiento de la macrofauna, la cual fue disminuyendo en la medida que se descomponía la excreta.

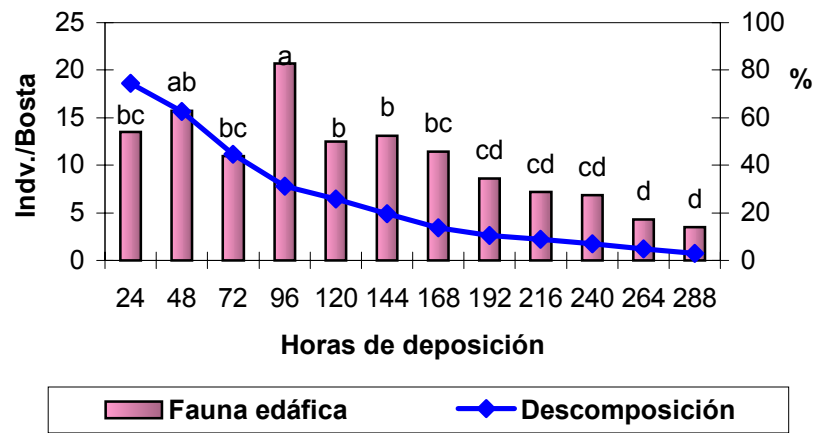
En ambas épocas hubo diferencias significativas entre los sistemas en estudio por día en cuanto al comportamiento de la macrofauna del suelo, que fue siempre mayor en el sistema silvopastoril.

Según Barth et al. (1995) y Crespo y Rodríguez (2000), la presencia de esta fauna, en especial las lombrices, las larvas de dípteros y los coleópteros, desempeñan un importante papel en la descomposición de las bostas por ser capaces de remover grandes cantidades de excrementos, además de promover la aireación y la actividad microbiana a través de los canales que construyen en el suelo.

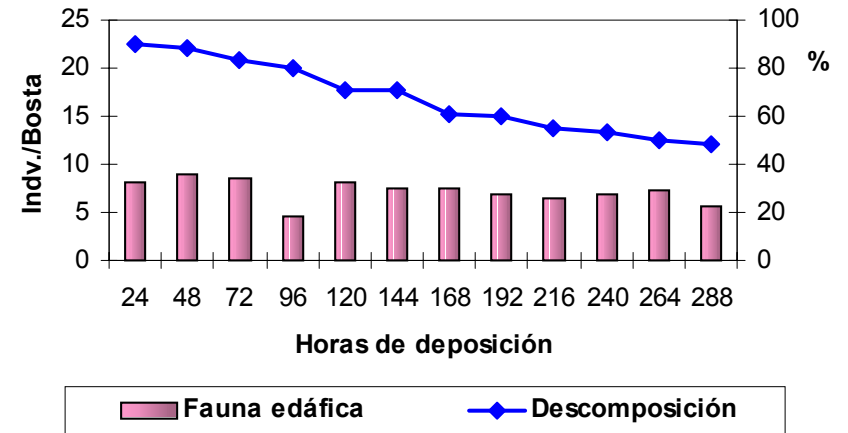
Algunos de estos organismos, en especial los de hábito coprófago, como los coleópteros, pueden incorporar las heces fecales al suelo en un lapso de 24 horas (Monteiro y Werner, 1989). Esta acción enterradora de los coleópteros, en especial, disminuye la contaminación que provoca la acumulación del excremento en el pastizal y conduce, por lo tanto, a un mejor aprovechamiento de la cantidad disponible de pastos, así como favorece la retención de agua y la remoción de los horizontes del suelo. Sin embargo, la rápida colonización de las excretas por la fauna coprófaga, como la informada por Walter (citado por Lobo y Veiga, 1990) de 45 minutos después de haber sido depositadas en el pastizal, depende no solo de la cantidad de individuos, sino también de los contenidos de humedad en el suelo y los excrementos.

En este aspecto los sistemas silvopastoriles desempeñan un papel importante, ya que a través de las condiciones edafoclimáticas que en ellos se establecen, mantienen altos contenidos de humedad, los cuales favorecen la rápida colonización de las excretas; mientras que en los sistemas tradicionales (solamente a base de pasto) los bajos contenidos de humedad en el suelo y la influencia directa de la temperatura ambiental favorecen la formación de las costras y el endurecimiento de las excretas, limitando su desaparición en el pastizal por medio de la fauna coprófaga. En este sentido, Rodríguez (2001), encontró correlaciones negativas entre la temperatura ambiente y el número de individuos en las excretas y el suelo en sistemas de pastoreo intensivo.

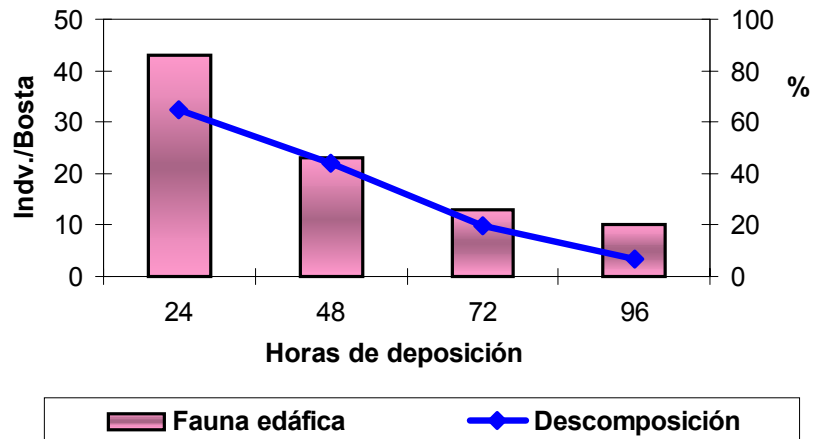
La ausencia de esta fauna coprófaga no solo provocaría la permanencia de las excretas en los pastizales y su deterioro, como en Australia donde Bornemissza (1972) reportó una permanencia de hasta 5 años, sino la menor incorporación de nutrientes al ecosistema, por volatilización de más del 80 % del nitrógeno presente en las excretas, y una fuente de incubación para diferentes parásitos y vectores de enfermedades del ganado bovino, lo que nos indica la importancia que tienen estos sistemas en el desarrollo de la fauna edáfica y en la aceleración de estos procesos.



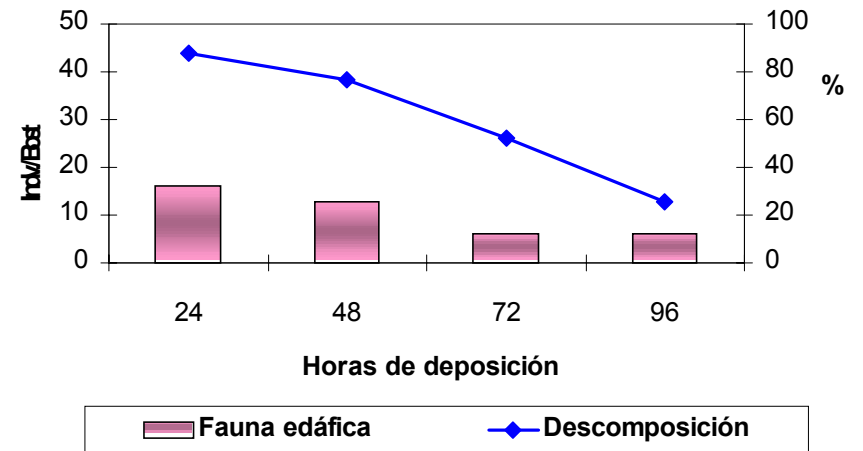
A. Sistema silvopastoril. Época de seca.



B. Sistema sin árboles. Época de seca.



C. Sistema silvopastoril. Época de lluvia.



D. Sistema sin árboles. Época de lluvia.

a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) *** $P < 0,001$

Fig. 3. Relación entre la descomposición de las excretas (%) y la fauna edáfica (Individuos/bosta) en los sistemas en estudio

3.2. Caracterización parasitológica de las bostas de bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles

La evolución del conteo fecal de huevos (hpg) durante la época de seca aparece en la fig. 4. El sistema silvopastoril alcanzó una reducción del 99 % del hpg a los 7 días después de haber sido depositadas; no se observó la presencia de larvas en el resto de la excreta y en 25 cm a su alrededor. Mientras, en el sistema sin árboles la reducción había sido solo del 65,86 % y a los 7 días se observaron niveles altos de larvas infestivas en el 100 % de las excretas en estudio.

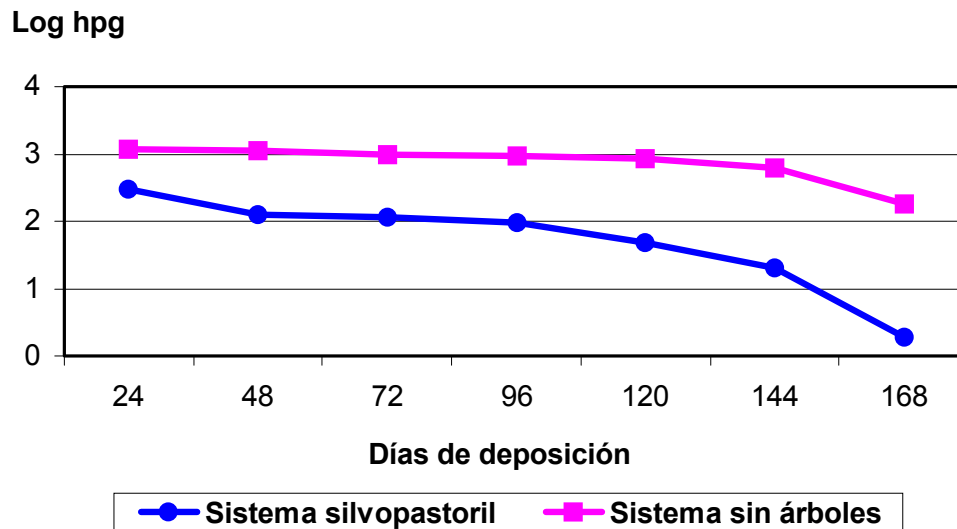


Fig. 4. Evolución del conteo fecal de huevos en la época de seca.

La permanencia de las excretas en el sistema sin árboles permitió constatar niveles de infestación superiores a 275 hpg y la presencia de larvas infestivas pasados los 50 días de haber sido depositadas, lo que demuestra el peligro potencial que representa la permanencia de estas excretas en el pastizal, las cuales constituyen un reservorio para los huevos y larvas, de donde van migrando al pasto en la medida que las condiciones externas son favorables (Almería y Uriarte, 1999a; 1999b). Durante la época de seca las larvas se protegen de las adversidades climáticas y de la acción de los depredadores a través de las costras de las bostas, las cuales se incrementan significativamente en estos sistemas.

La rápida descomposición de las excretas en los sistemas silvopastoriles influyó significativamente en el comportamiento del conteo de huevos. Ello se corroboró en las correlaciones encontradas entre la disminución del peso de las excretas y el logaritmo del conteo de huevos (fig. 5) durante esta época, la cual mostró un coeficiente de correlación de $r^2 = 0,57$ con un nivel de significación de $P < 0,001$.

De las ecuaciones obtenidas con los diferentes modelos de regresión, el lineal fue el de mayor ajuste para los resultados experimentales, aunque también se ajustó a la ecuación \sqrt{x} ($r^2 = 0.52^{***}$). El bajo coeficiente de correlación durante esta época, para las variables en estudio, estuvo relacionado con la gran variabilidad que mostró el conteo de huevo en las excretas.

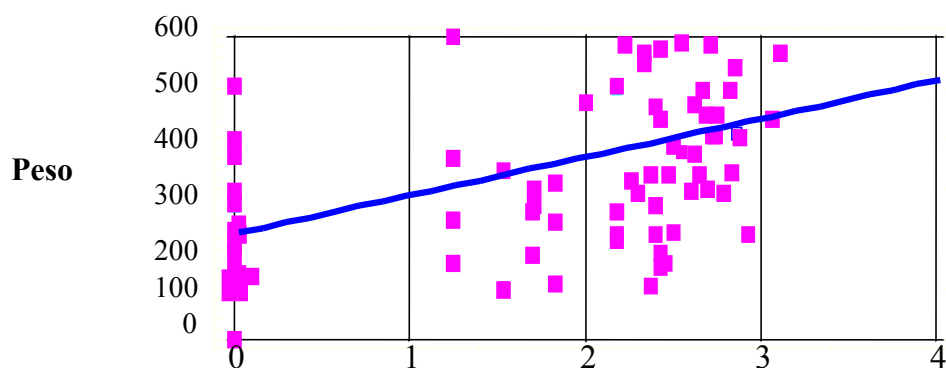


Fig. 5. Correlación entre la disminución del peso y el conteo de huevos en la excreta en el sistema silvopastoril. Época de seca.

Sin embargo, en el sistema sin árboles para esta época la correlación encontrada entre las pérdidas de peso y el logaritmo del conteo de huevos en las excretas fue negativa ($r^2 = -0,55^{**}$), con un mayor ajuste para la ecuación recíproca de Y (fig. 6), aunque también se ajustó al modelo exponencial ($r^2 = 0,52^{**}$).

Los resultados alcanzados indican que aun cuando en el sistemas sin árboles, las excretas perdieron peso a través de los procesos de deshidratación, se mantuvieron altos niveles de hpg debido a los efectos protectores que ejercen las costras de las bostas, los cuales propician una mayor concentración de huevos y larvas en la zona profunda; así lo demuestran los valores promedios de 617 hpg encontrados a los 7 días de haber sido depositadas las excretas en estos sistemas, no solo por el proceso de deshidratación sino también porque esta zona suele ser la porción de la excreta con mayor concentración de huevos, desde el mismo instante de su caída al suelo, por sus contenidos de humedad y su oxigenación. Sin embargo, en el sistema silvopastoril, aunque el comportamiento fue similar, los niveles encontrados fueron de 13 hpg, debido a que esta zona es la primera porción de la excreta que es enterrada por la fauna coprófaga en el proceso de descomposición.

Por su parte, las larvas que permanecen en el interior de las excretas en los sistemas sin árboles pueden llegar a sobrevivir largos períodos de tiempo, aun en condiciones extremadamente difíciles y con cierta migración hacia el pasto (Almería et al., 1993). Esta persistencia de las larvas infestivas puede llegar a ser de 260 días, aunque se han encontrado períodos superiores a 300 días (Suárez, 2000).

La época de lluvia mostró resultados similares a los de la seca en el comportamiento del hpg para ambos sistemas (fig. 7), aunque con una disminución del conteo fecal mucho más rápida, la cual fue del 100 %, en el sistema silvopastoril, a las 96 horas después de haber sido depositadas. En el sistema sin árboles el nivel de infestación era superior al 65 % en este momento, a pesar de la descomposición (78 %) de las bostas por la acción desintegradora de las lluvias. En este sentido Fiel et al. (2000b) aseguran que las precipitaciones contribuyen significativamente a la migración de las larvas, a través de los procesos de desintegración y dispersión de las excretas por el pastizal, las cuales se hacen máximas en las estaciones de primavera y verano bajo las condiciones de Cuba (Delgado, 1989).

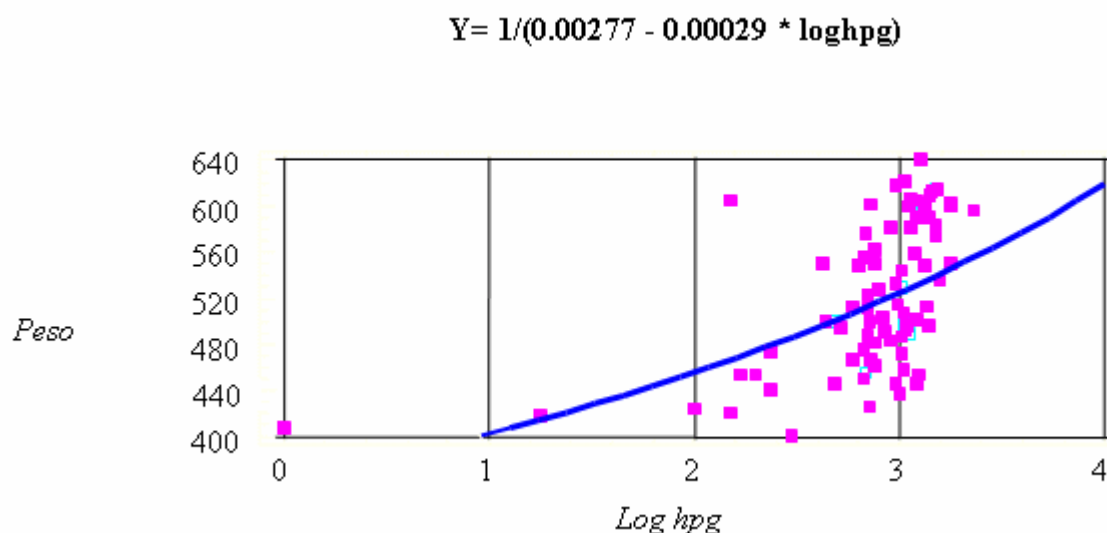


Fig. 6. Correlación entre la disminución del peso y el conteo de huevos en la excreta en el sistema sin árboles. Época de seca.

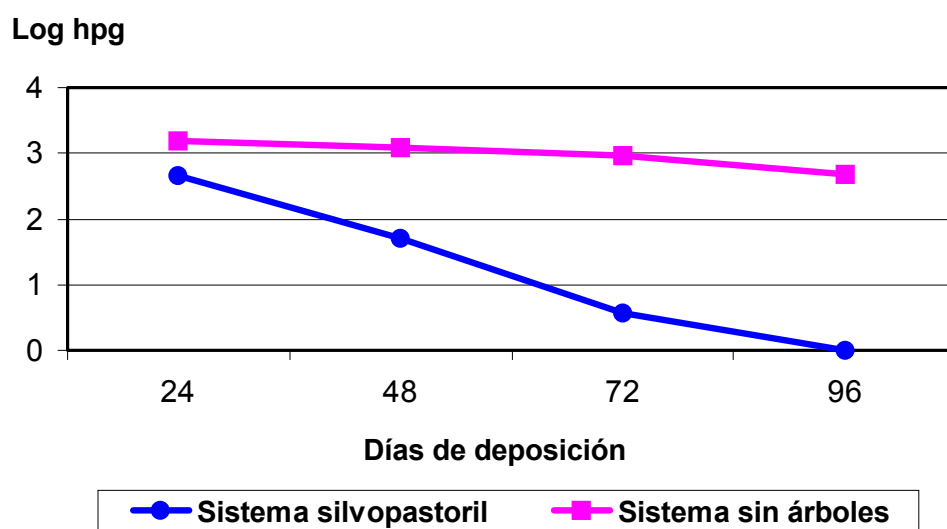


Fig. 7. Evolución del conteo fecal de huevos en la época de lluvia.

En la época de lluvia el proceso de descomposición de las excretas en el sistema silvopastoril, tuvo una influencia marcada sobre el comportamiento del conteo de huevos, se hallaron correlaciones elevadas ($r^2=0,87$), con un nivel de significación de $P<0,001$ (fig. 8). En esta época, al igual que en la de seca, el mayor ajuste correspondió al modelo lineal, aunque también se ajustó a la ecuación \sqrt{x} ($r^2=0,81^{***}$).

En el sistema sin árboles el coeficiente de correlación fue de $r^2= 0,66^{***}$ y tuvo un mayor ajuste en el modelo lineal (fig. 9). El coeficiente para el sistema sin árboles durante esta época demostró que aun cuando se encontró una relación entre ambas variables, el fraccionamiento y la dispersión de las excretas por el pastizal, con altos contenidos de hpg como los de este estudio, representan un alto potencial de infestación para los animales.

La rápida descomposición de las excretas en los sistemas silvopastoriles está directamente relacionada con el papel de estos sistemas en la presencia de los coleópteros en las bostas. La fig. 10 muestra el comportamiento para la época seca, donde se puede apreciar la cantidad de estos

organismos en cada sistema. El mayor número de individuos en las bostas fue para el sistema silvopastoril, el cual mostró diferencias significativas con respecto al sistema sin árboles durante las primeras 96 horas, las cuales se correspondieron con el período de mayor descomposición de las excretas y con los mayores por cientos de disminución del conteo de huevos en la excreta.

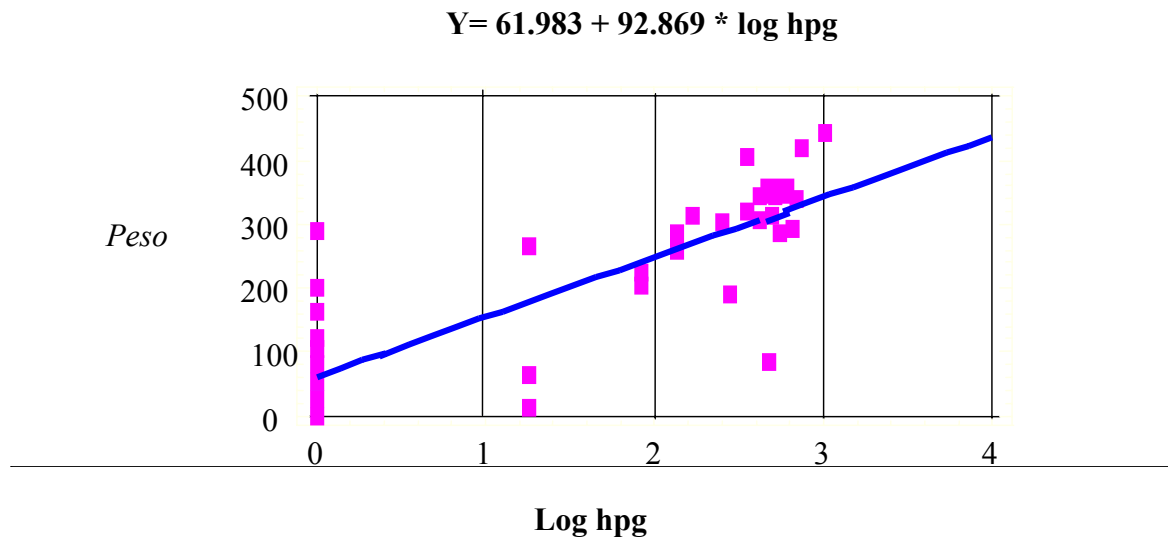


Fig. 8. Correlación entre la disminución del peso y el conteo de huevos en la excreta en el sistema silvopastoril. Época de lluvia

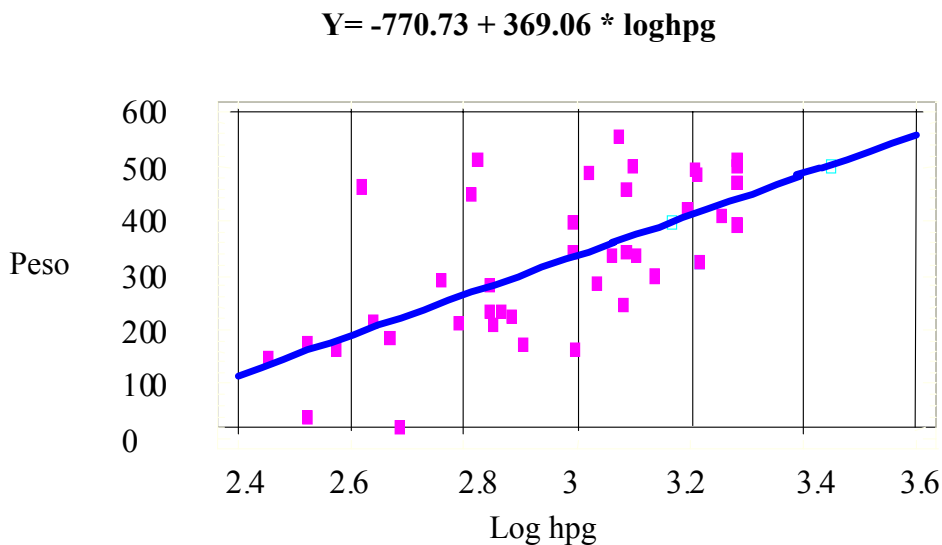
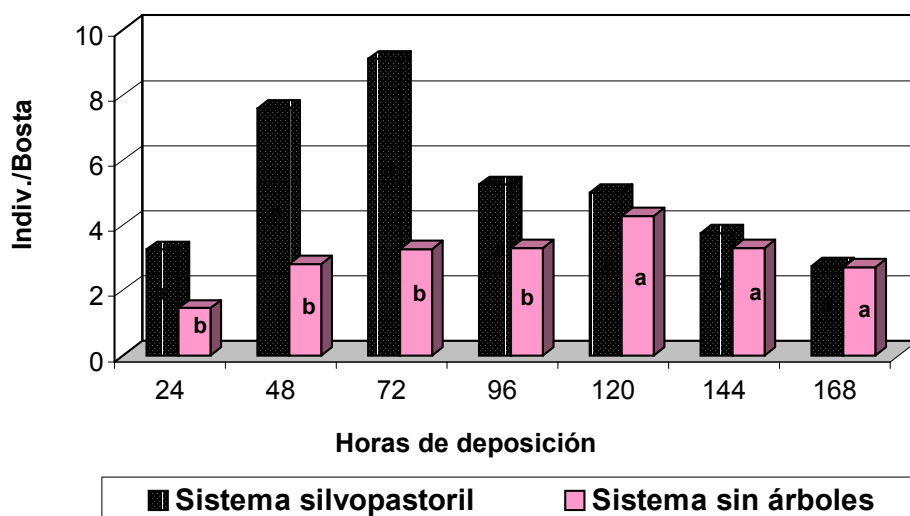


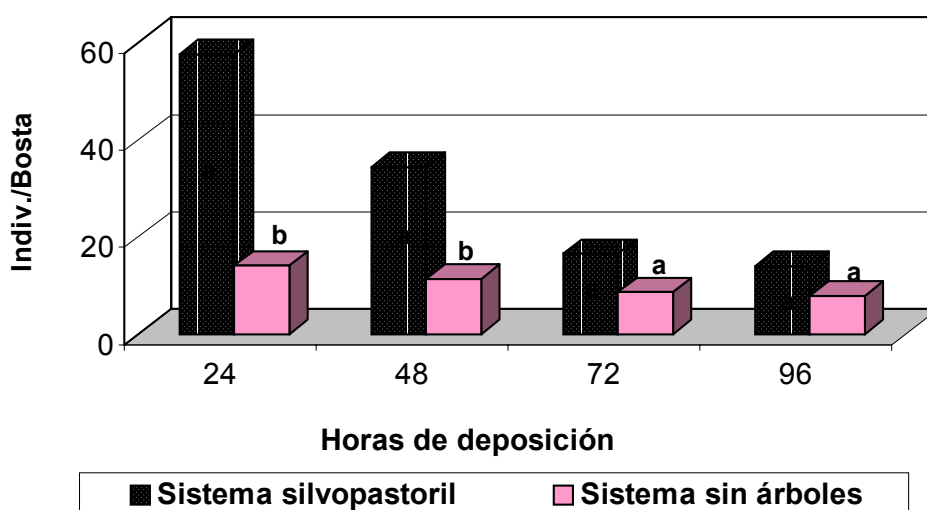
Fig. 9. Correlación entre la disminución del peso y el conteo de huevos en la excreta en el sistema sin árboles. Época de lluvia

En la fig. 11 se puede observar el comportamiento de estos organismos para la época de lluvia, la cual mostró resultados similares a los de la seca. Sin embargo, se encontraron valores promedio de individuos por bosta muy superiores a los de la época de seca; bajo condiciones silvopastoriles se registraron en algunas bostas más de 200 coleópteros, pasadas 12 horas de haber sido depositadas.



a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) ** $P < 0,01$

Fig. 10. Comportamiento de los coleópteros en la época de seca.



a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) ** $P < 0,01$

Fig. 11. Comportamiento de los coleópteros en la época de lluvia.

El papel de los coleópteros coprófagos en el control de estas parasitosis a través de su actividad enterradora ha sido señalado por varios autores (Bryan, 1976; Delgado y Scull, 1987; Caracostantogolo et al., 1995).

Los coleópteros coprófagos constituyen enemigos naturales de los parásitos del ganado porque durante el proceso de descomposición de las excretas ejercen efectos nocivos en los huevos y larvas, los cuales son destruidos en el proceso de alimentación o enterrados en las profundidades del suelo. Ellos modifican la calidad y cantidad del excremento y exponen los huevos y larvas a la acción de otros depredadores, de esta forma interrumpen los ciclos biológicos y limitan el acceso del ganado a los estadios infestivos de estos parásitos. Los resultados alcanzados permiten afirmar que estos sistemas pueden contribuir significativamente a la disminución del conteo de huevos en las excretas.

3.3. Comportamiento estacional de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles.

La fig. 12 muestra el comportamiento de los géneros de nemátodos en ambos sistemas al inicio y al final de la época de seca. Se encontraron los géneros *Oesophagostomum* y *Haemonchus*; este último fue el de mayor representatividad en ambos sistemas, en especial en el sistema silvopastoril, donde superó el 99 % al final de esta época. La presencia de dichos géneros ratifica la importancia que tienen estos parásitos en las explotaciones pecuarias de los trópicos y subtrópicos. Ambos géneros han sido reportados entre los que más afectan al ganado bovino joven en los sistemas tradicionales cubanos (García et al., 1999).

Por su parte, la fig. 13 muestra el comportamiento para la época de lluvia, donde se puede observar que la mayor incidencia, tanto al inicio como al final, correspondió al género *Haemonchus*, con el 94.61 y 96.06 % para el sistema silvopastoril y sin árboles respectivamente.

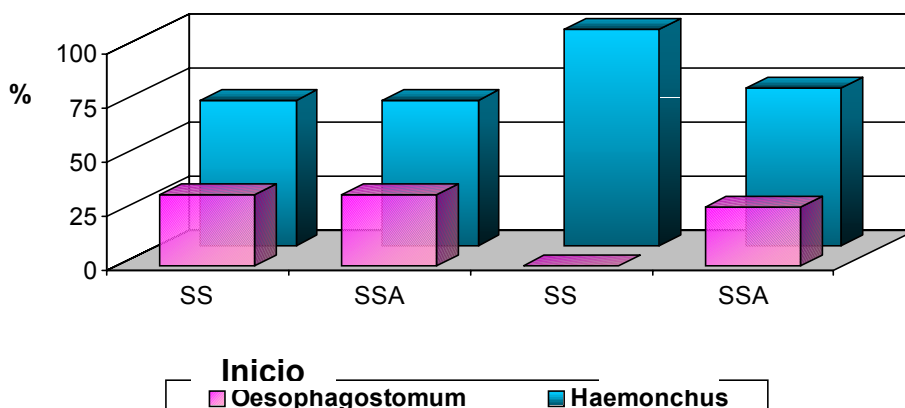


Fig. 12. Evolución de los géneros de parásitos en la época de seca.

Resultados similares fueron encontrados por Ndao et al. (1995) y Soca et al. (1998) bajo condiciones silvopastoriles, aunque ambos autores reportaron la presencia de otros géneros como *Cooperia* y *Bunostomum* en el primer caso y *Cooperia* y *Trichostrongylus* en el segundo. Esta mayor diversidad pudo haber estado determinada por las características geoclimáticas de las áreas de investigación.

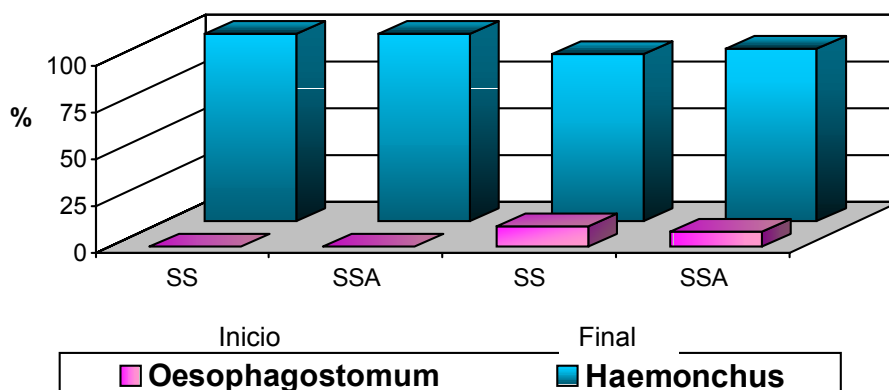


Fig. 13. Evolución de los géneros de parásitos en la época de lluvia.

La mayor prevalencia del género *Haemonchus* tanto en la época de seca como en la de lluvia lo confirman como el género de nemátodos de mayor importancia para los rebaños bovinos, aun en las

condiciones silvopastoriles donde fue el más representativo durante toda la investigación, con una incidencia anual del 88,75 % y del 83 % para el sistema sin árboles; mientras que *Oesophagostomum* fue el de menor incidencia, con 11,25 y 17 % en cada sistema respectivamente. Según Delgado y Jurasek (1983) y Aumont (1998) este género es capaz de causar considerables pérdidas económicas por ser una especie cosmopolita que muestra mayor poder de adaptación a las condiciones edafoclimáticas adversas.

En el sistema silvopastoril las infestaciones más frecuentes fueron las puras (71,9 %) en ambas épocas; estos resultados difieren de los informados por Soca et al. (2001) bajo condiciones silvopastoriles comerciales, donde las infestaciones más frecuentes fueron las triples (50 %) (producidas por los géneros *Haemonchus*, *Cooperia* y *Oesophagostomum*). Sin embargo, permiten afirmar que el poliparasitismo, producido por más de cuatro géneros de parásitos, es poco marcado en el ganado vacuno en comparación con otras especies (García-Romero et al., 1994).

La evolución del conteo fecal (hpg) en los animales durante el período experimental se puede apreciar en la fig. 14. Se observaron diferencias significativas ($P < 0.01$) a favor del sistema silvopastoril a partir del segundo mes de evaluación, el cual mostró una curva más estable y con valores por debajo de 1 000 hpg; mientras que en el sistema sin árboles el conteo de huevos superó los valores citados anteriormente, los cuales llegaron a ser superiores a 2 000 hpg en la última etapa de las investigaciones.

La disminución del conteo de huevos (hpg) en los animales bajo condiciones silvopastoriles y su estabilidad durante todo el período experimental confirman las potencialidades que poseen estos sistemas para disminuir la incidencia de las nematodosis gastrointestinales. Resultados similares han sido reportados por Soca et al. (2000), quienes encontraron una disminución significativa ($P < 0,05$) de la incidencia de estos parásitos en similares condiciones con respecto

a los sistemas tradicionales (solamente a base de pasto). Sin embargo, Cortes (1976) encontró una mayor presencia de parásitos gastrointestinales en sistemas silvopastoriles (pastoreo en bosques), al compararlos con sistemas de llanos, donde la infestación se encontraba en la mínima expresión.

La patogenicidad de dichos parásitos en sistemas silvopastoriles en bosques está influenciada por las características edafoclimáticas que se desarrollan bajo estas condiciones, entre las que se encuentran el exceso de humedad, la alta sombra que impide la penetración de las radiaciones solares y la escasa presencia de pastos bajo los árboles, que crean condiciones favorables para el desarrollo exitoso de sus ciclos biológicos. Las características de estos sistemas silvopastoriles en bosques son muy diferentes a las de los sistemas silvopastoriles (árboles en pasturas) correspondientes a este estudio.

El comportamiento del conteo de huevos anual y por épocas para ambos sistemas durante la ejecución del experimento, se pueden observar en la tabla 8. Los mejores resultados fueron para el sistema silvopastoril, el cual mostró diferencias significativas ($P < 0,001$) con respecto al

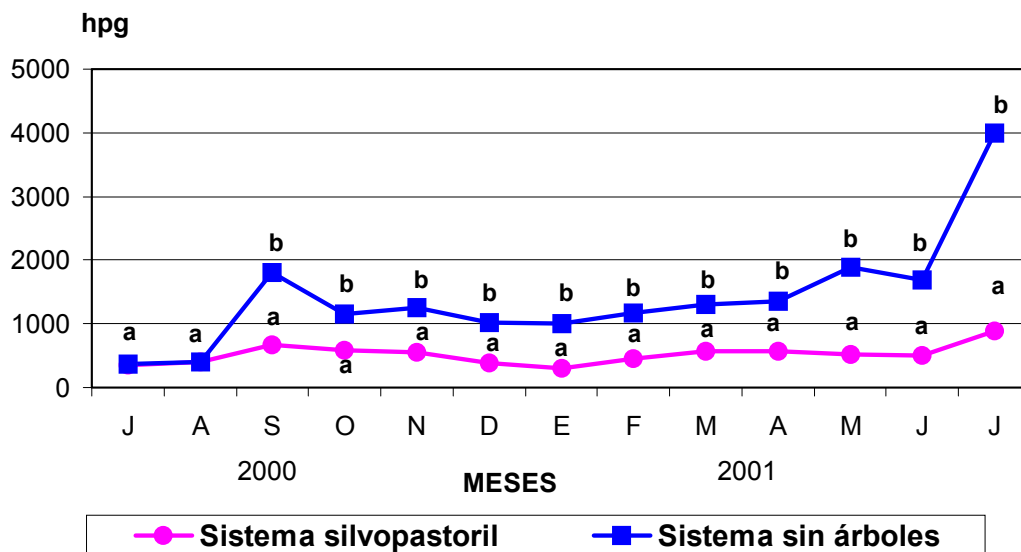
sistema sin árboles, que duplicó los valores hallados en los animales en los sistemas silvopastoriles.

La infestación encontrada para los sistemas silvopastoriles, tanto anual como por épocas, se encuentra por debajo de los valores considerados como bajos (0-800 hpg) por Hansen y Perry (1994), los cuales según estos autores no afectan significativamente la producción bovina. Sin embargo, la alta infestación de los animales en el sistema sin árboles, compromete su supervivencia, por lo que se hace necesario la aplicación de otras medidas profilácticas.

Un comportamiento similar muestra el hpg acumulado (tabla 9), el cual fue mayor para el sistema sin árboles tanto anual como por épocas, con respecto al sistema silvopastoril. Ello coincide con lo planteado por Djimde et al (1989) y Pezo e Ibrahim (1999) acerca de que a la utilización de los árboles en los sistemas productivos se le atribuyen efectos sobre la supervivencia de los animales en pastoreo, porque disminuyen la presencia de los parásitos y de vectores que diseminan enfermedades.

La fig. 15 muestra el comportamiento estacional de estas nematodosis en ambos sistemas; el silvopastoril tuvo un comportamiento muy similar a los sistemas sin árboles, donde la mayor infestación estuvo relacionada con los valores de máxima precipitación en la época lluviosa, que

correspondieron al período agosto-octubre (2000) y a julio (2001). El efecto de las precipitaciones en este comportamiento fue residual, ya que influyeron las lluvias que habían caído con anterioridad y no las de los días cercanos a los muestreos.



a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) ** $P < 0,01$

Fig. 14. Evolución del conteo fecal de huevos en los animales.

Tabla 8. Promedio del conteo de huevos (basándose en una transformación del log. ¹⁰).

SISTEMAS	HPG		
	ANUAL	EPOCA DE SECA	EPOCA DE LLUVIA
Sistemas silvopastoril	2,48 (520) ^a	2,36 (471) ^a	2,64 (596) ^a
Sistema sin árboles	3,013 (1 412) ^b	2,97 (1 183) ^b	3,14 (1 814) ^b
ES \pm	0,066***	0,113 ***	0,076 ***
CV	21,54	25,51	15,77
DS	0,58	0,68	0,45

() valores sin transformar

a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) *** $P < 0,001$

Tabla 9. Comportamiento del hpg acumulado en los animales.

SISTEMAS	HPG ACUMULADO		
	ANUAL	EPOCA DE SECA	EPOCA DE LLUVIA
Sistemas silvopastoril	6 458 ^a	2 825 ^a	3 575 ^a
Sistema sin árboles	18 350 ^b	7 100 ^b	10 883 ^b
ES \pm	1,70***	1,70 ***	1,70 ***

a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) *** $P < 0,001$

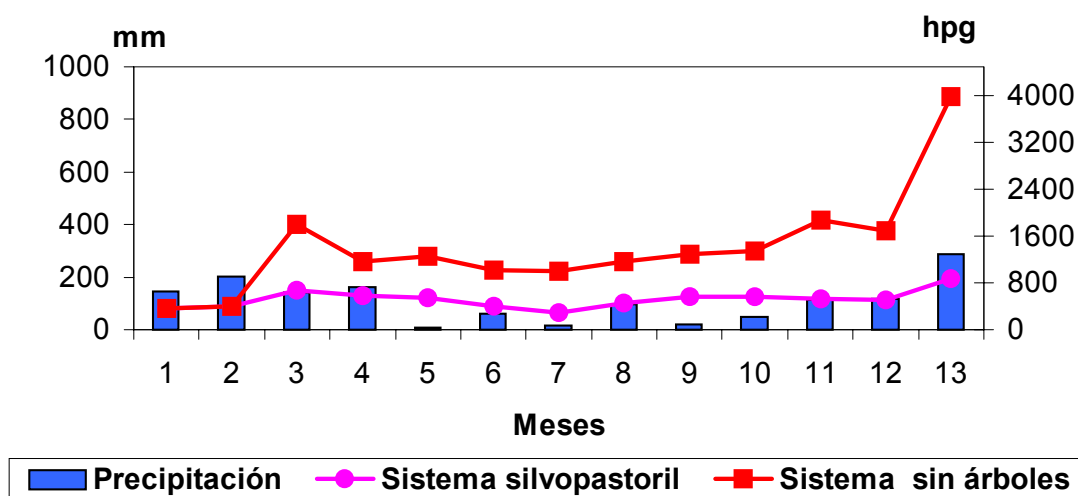


Fig. 15. Comportamiento estacional de las nematodosis gastrointestinal en los sistemas en estudio.

Según Bianchin (1996) y Almería y Uriarte (1999a) las precipitaciones son, entre todos los factores climáticos, las que mayor influencia ejercen en el comportamiento de estas parasitosis en los países tropicales, aunque los altos por cientos de humedad pueden compensar la ausencia de las lluvias en los períodos secos (Delgado, 1989). Este comportamiento es muy similar al encontrado por Simón (1978) y Amarante et al (1997) en los sistemas tradicionales de explotación de bovinos jóvenes, y al informado por Cortes (1976) y Soca et al. (2000) para los sistemas silvopastoriles.

La efectividad de estos sistemas en la disminución de las parasitosis estuvo muy relacionada con la disponibilidad de alimentos; en las figs. 16 y 17 se aprecia la disponibilidad del estrato herbáceo (DEH), del estrato arbóreo (DEA) y la disponibilidad total (DT) de materia seca (MS) por hectáreas para las épocas de lluvia y seca. En ambos sistemas hubo valores de disponibilidad total entre 3 000 y 4 500 kg de MS/ha, los cuales fueron significativamente ($P < 0,01$) superiores en el sistema silvopastoril.

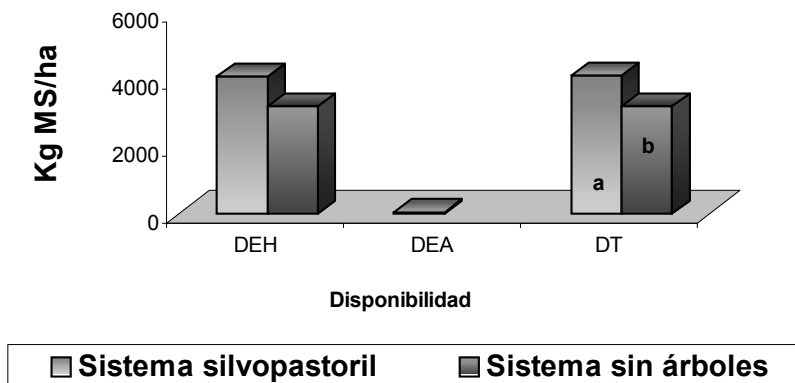
La disponibilidad de MS en el estrato herbáceo no presentó diferencias significativas entre los sistemas; sin embargo, el silvopastoril alcanzó los mayores valores. En ambos estratos (herbáceo y arbóreo) la mayor disponibilidad fue para el período lluvioso. La baja disponibilidad de MS (45 kg de MS/ha) en el estrato arbóreo, durante la seca estuvo relacionada con las características fenológicas de esta especie, la cual es caducifolia en este período y comienza a perder sus hojas en el mes de noviembre.

Estos sistemas ponen a disposición de los animales una mayor cantidad de biomasa comestible, especialmente en la época de mayor escasez, lo que les permite hacer una mejor selección de los alimentos. Esta disponibilidad, unida al hábito del ramoneo de las arbóreas, hace que los animales se alimenten de las partes más altas del pastizal, por lo que disminuyen los consumos cercanos al suelo y con ello las infestaciones por estos parásitos, ya que según Rodríguez (1999) la mayor cantidad de larvas infestantes se localizan entre 0-25 cm de altura del pasto. Así mismo, La O (2001) asegura que las altas disponibilidades de materia seca en los sistemas silvopastoriles producen una mayor dilución de las larvas en el pastizal y como consecuencia decrecen los niveles de infestación.

Por otra parte, la alta disponibilidad de alimentos en estos sistemas disminuye la presión de pastoreo sobre las pasturas; este fenómeno contribuye a disminuir los consumos cercanos a la excreta, ya que según Pezo, Romero e Ibrahim (1992) cuando la disponibilidad de alimentos es alta los animales no solo rechazan el forraje contaminado por las excretas, sino también las áreas circundantes, que pueden ser de 6 a 12 veces mayor que el área manchada por las heces fecales, con los cuales se disminuyen los riesgos de reinfestación.

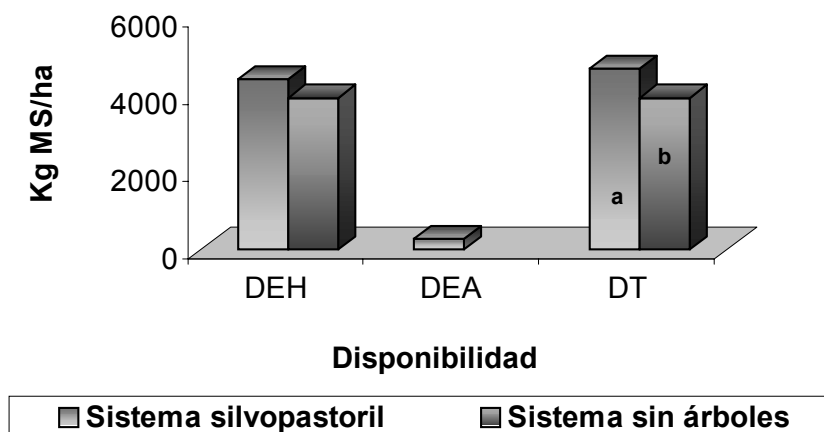
La altura del pasto para las épocas de lluvia y seca durante el período experimental aparecen en la fig. 18. En ambas épocas la mayor altura fue para el estrato herbáceo debajo de los sistemas

silvopastoriles, aunque no mostraron diferencias significativas con respecto al tratamiento sin árboles. Este es otro elemento importante si se tiene en cuenta que a medida que los pastos incrementan su altura, resulta difícil constatar migraciones significativas de los estadios infestivos, ya que las larvas para su traslación utilizan una buena parte de sus reservas nutricionales, por lo que los recorridos largos provocarían su agotamiento y muerte.



DEH: Disponibilidad estrato herbáceo. DEA: Disponibilidad del estrato arbóreo.
DT: Disponibilidad total.
a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)
** $P < 0,01$

Fig. 16. Disponibilidad de materia seca en la época de seca.



DEH: Disponibilidad estrato herbáceo. DEA: Disponibilidad del estrato arbóreo.
DT: Disponibilidad total.
a, b Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)
** $P < 0,01$

Fig. 17. Disponibilidad de materia seca en la época de lluvia

Así mismo, la presencia de estos árboles en los pastizales contribuye significativamente a mejorar el valor nutritivo de la dieta de los animales; en la tabla 10 donde se puede apreciar la composición química del estrato herbáceo en ambos sistemas y de la *Gliricidia sepium* para las épocas de seca y lluvia.

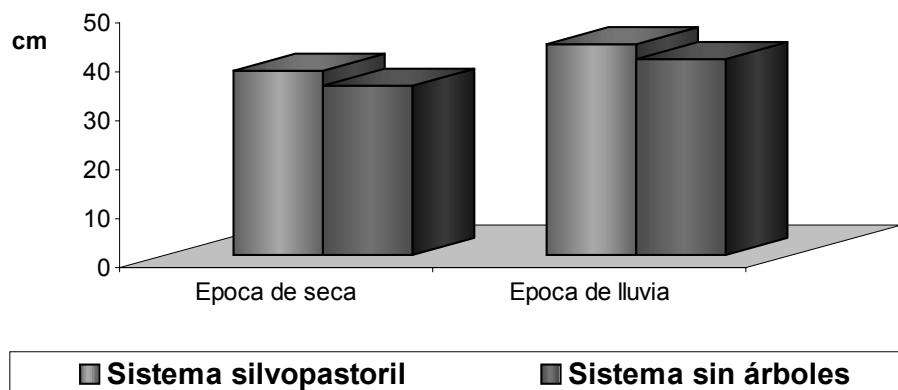


Fig. 18. Altura del pastizal en los sistemas en estudio.

Tabla 10. Composición química del estrato herbáceo y arbóreo (%).

TIPO DE ALIMENTO	MS	PB	FB	CA	P	CENIZA
EPOCA DE SECA						
Estrato herbáceo (sistema sin árboles)	33,8	7,04	36,83	0,875	0,142	7,81
Estrato herbáceo (sistema silvopastoril)	30,4	7,55	34,28	0,882	0,194	9,70
Follaje de <i>G. sepium</i>	24,73	27,78	17,78	1,54	0,22	9,46
EPOCA DE LLUVIA						
Estrato herbáceo (sistema sin árboles)	26,86	6,38	37,15	0,992	0,271	9,13
Estrato herbáceo (sistema silvopastoril)	24,62	9,07	33,79	0,789	0,282	9,86
Follaje de <i>G. sepium</i>	25,14	20,61	18,08	2,17	0,276	9,29

Los contenidos de proteína bruta y minerales en el estrato herbáceo fueron superiores en el sistema silvopastoril en ambas épocas, debido al papel que desempeña esta leguminosa (*Gliricidia sepium*) en el mejoramiento de la calidad nutritiva del pasto a través de la fijación de nitrógeno, el reciclaje de nutrientes, la deposición de hojarasca por la caída de sus hojas y la mejora en el uso eficiente de los nutrientes, así como la retención de humedad (Hernández y Russell, 2001). Además, la sombra emitida por estas plantas puede variar la calidad nutritiva de los pastos, así Pentón (2000) encontró un aumento significativo de los por cientos de proteína y cenizas en pastizales bajo condiciones silvopastoriles.

Por otra parte, se encuentran los aportes proteicos de su follaje (20-27 %) y de sus contenidos en minerales a la dieta de los animales bajo estos sistemas. En este sentido Knox y Steel (1996) y Van Houtert y Sykes (1996) señalaron que la nutrición, en especial los contenidos de proteína de la dieta, es considerada uno de los factores que más influyen en la relación huésped-parásito, ya que una alimentación balanceada disminuye la susceptibilidad y la prevalencia ante estas enfermedades, aumentando la resistencia de los hospederos, con respuestas inmunológicas adecuadas, lo que les permite un rápido crecimiento y un mejor desarrollo corporal a los animales jóvenes.

CONCLUSIONES

- ✚ En el sistema silvopastoril la descomposición de las excretas fue más rápida que en el sistema sin árboles, con tiempos de descomposición de 12 días en la época de seca y 4 días en la de lluvia.
- ✚ La presencia de los árboles resultó vital en el comportamiento de la macrofauna edáfica, la cual fue mayor en el sistema silvopastoril (1 116 y 2 547 individuos/m² para las épocas de seca y lluvia, respectivamente). Esta fauna tuvo una influencia marcada en los procesos de desintegración y enterramiento de la materia fecal.
- ✚ Se observó una disminución en el conteo fecal de huevos (hpg) y en el por ciento de infestación de las excretas en el sistema silvopastoril al compararlo con el sistema sin árboles, lo cual estuvo relacionado con la mayor presencia de coleópteros coprófagos en las bostas bajo el primer sistema.
- ✚ La rápida descomposición de las excretas en los sistemas silvopastoriles influyó significativamente en la disminución del conteo de huevos, con correlaciones para la seca y la lluvia de $r^2 = 0,57^{***}$ y $r^2 = 0,87^{***}$, las cuales tuvieron un mayor ajuste para el modelo lineal.
- ✚ Se identificaron los géneros *Oesophagostomum* y *Haemonchus*, este último fue el de mayor relevancia en ambas épocas, con una incidencia anual de 88.75 y 83 % para el sistema silvopastoril y sin árboles, respectivamente.
- ✚ El conteo fecal de huevos en los animales fue significativamente menor durante el período experimental en el sistema silvopastoril, el cual mostró un comportamiento estacional bien definido, con valores máximos de infestación en los meses de mayores precipitaciones.
- ✚ La disponibilidad de MS, la altura del pasto y la composición química del estrato herbáceo y arbóreo desempeñaron un papel importante en la estabilidad y el mejor comportamiento de estas parasitosis en los sistemas silvopastoriles.

RECOMENDACIONES

- ✚ Extender estos sistemas para la producción de bovinos jóvenes bajo condiciones comerciales en el país.
- ✚ Continuar las investigaciones sobre el comportamiento de estas enfermedades en sistemas silvopastoriles con otras especies arbóreas y diferentes niveles de sombra.
- ✚ Profundizar en los estudios relacionados con la bioecología y la migración de los estadios larvales de estos parásitos bajo condiciones silvopastoriles.
- ✚ Estudiar el comportamiento de otras parasitosis que afectan el ganado bovino en estos sistemas.
- ✚ Estudiar el comportamiento de estas parasitosis con diferentes razas de bovinos bajo condiciones silvopastoriles.

REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana, Cuba
- Aguirre, D.H. 1997. Resistencia genética del ganado a las parasitosis. **Panorama Agropecuario**. 18 (49):45
- Almería, Sonia; Llorente, M.M.; García, MJ. & Uriarte, J. 1993. Evolución de la contaminación de los pastos del Pirineo por larvas infestantes de nematodos gastrointestinales del vacuno. **ITEA. V Jornada sobre Producción Animal**. Vol. Extra. Tomo II. No. 12, p. 390
- Almería, Sonia; Llorente, M.M. & Uriarte, J. 1996. Monthly fluctuations of worm burdens and hypobiosis of gastrointestinal nematodes of calves in extensive management system in the Pyrenees (Spain). **Veterinary Parasitology**. 67:225
- Almería, Sonia; Llorente, M.M. & Uriarte, J. 2000. Caracterización de las poblaciones de nematodos gastrointestinales adquiridas por terneros durante el pastoreo de áreas de montaña. **ITEA. Producción Animal**. 96^a (1):67
- Almería, Sonia & Uriarte, J. 1999a. Papel de las heces bovinas como reservorio de las poblaciones larvianas de nematodos gastrointestinales ante su migración al pasto. **ITEA. Producción Animal**. 95^a (3):209
- Almería, Sonia & Uriarte, J. 1999b. Relación de las poblaciones de nematodos gastrointestinales en heces y pasto en áreas del Pirineo. **ITEA. VIII Jornada sobre Producción Animal**. Vol. Extra 20. No. 1, p. 390
- Amarante, A.F.T.; Bagnola Jr., J.; Amarante, M.R.V. & Barbosa, M.A. 1997. Host specificity of sheep and cattle nematodes in Sao Paulo state, Brazil. **Veterinary Parasitology**. 73: 89
- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 44 p.
- Anderson, J.M. & Ingram, J.S.I. 1993. Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods. CAB International, UK. 2da Edición. 221 p.
- Arcos, J.C. 2000. Utilización estratégica de cercas vivas de matarratón (*Gliricidia sepium*) para la producción de forraje. Memoria. IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 172
- Arece, J. 2000. El control integrado del parasitismo gastrointestinal en los rumiantes: La garantía de un rebaño sano. **Pastos y Forrajes**. 23:65
- Aumont, G. 1998. Integrated control of gastrointestinal nematodes in ruminants in the humid tropics. Conferencia. Curso "Ruminant production at grazing in the humid tropics. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.
- Barth, D.; Karrer, M. & Heinze-Mutz, E.M. 1995. Significance of moisture content of dung pats for colonization and degradation of cattle dung. **Appl. Parasitol**. 36:11
- Benavides, E. 1996. Diseño de planes racionales de control de parásitos internos de los rumiantes con base en los resultados de investigaciones sobre su dinámica poblacional. In: Epidemiología, Diagnóstico y Control de Enfermedades Parasitarias en bovinos. Compendio No.2. CORPOICA. Medellín, Colombia. p. 79-88
- Benavides, J.E. 1995. Árboles y arbustos forrajeros: potencialidades y resultados con rumiantes. Memorias II Seminario Internacional "Sistemas silvopastoriles casos exitosos y su potencial en Colombia". Santafé de Bogotá, La Dorada y Santa Marta, Colombia. p. 15
- Bianchin, I. 1996. Epidemiología dos nematódeos gastrintestinais em bovinos de corte nos cerrados e o controle estratégico no Brasil. In: Controle dos nematódeos gastrintestinais em ruminantes. (Ed. Terezinha Padilha). EMBRAPA-CNPGL. Coronel Pacheco, Brasil. p. 113
- Borchert, A. 1968. Parasitología veterinaria. Ed. Revolucionaria. I.C.L. La Habana, Cuba. p. 352-378
- Bornemissza, G. F. 1972. Dung beetles on the move. Rural Research in CSIRO. 75: March: 2-6
- Bryan, R.P. 1976. The effect of the dung beetle, *Onthophagus gazella*, on the ecology of the infective larvae of gastrointestinal nematodes of cattle. **Aust. J. Agric. Res.** 27:567-564
- Cabaret, J.; Gruner, L. & Uriarte, J. 1985. Parasitismo interno de los rumiantes, sistemas de producción y utilización de los pastos. **ITEA. Producción Animal**. Vol. Extra. No.5, p. 363

- Cardona, María C. & Suárez, S. 1996. Utilización de *Leucaena* en bancos de proteína y en asociación con gramíneas. En: Silvopastoreo: Una alternativa para la mejora de la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. (Ed. A. Uribe). CORPOICA. Santafé de Bogotá, Colombia. p. 91
- Camero, A. 1995. Experiencias del CATIE sobre el uso de follaje de leguminosas arbóreas en la producción de leche y carne de bovinos. **Pastos y Forrajes**. 18:73
- Camero, A. 1996. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. En: Silvopastoreo: Una alternativa para la mejora de la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. (Ed. A. Uribe). CORPOICA. Santafé de Bogotá, Colombia. p. 13
- Caracostantogolo, J.; Mariategui, G.; Speicys, C. & Eddi, C. 1995. Perspectivas del control biológico contra helmintos que afectan la producción animal. **THERIOS**. 24 (122):99-112
- Carpio, C. & Gómez, J. R. 1993. Árboles para la protección del ganado. **Revista ACPA**. 2:48
- Claerebout, E.; Dorny, P.; Vercruysse, J.; Agneessens, J. & Demeulenaere, D. 1998. Effects of preventive anthelmintic treatment on acquired resistance to gastrointestinal nematodes in naturally infected cattle. **Veterinary Parasitology**. 76:287
- Coral, Dilia M. & Bonilla, Carmen C. 1998. Impacto de las prácticas agrícolas sobre la macrofauna del suelo en la cuenca alta del lago Guamues, Pasto, Colombia. **Acta Agronómica**. 48 (3/4):55
- Cortes, P. 1976. Fluctuación estacional de los parásitos gastrointestinales del ganado bovino, desde su nacimiento hasta el destete en la zona de bosque y llano. **Rev. Med. Vet. y Paras. Maracay**. 26 (1-8):91
- Crespo, G. & Rodríguez, Idalmis (Eds). 2000. Contribución al conocimiento del reciclaje de nutrientes en el sistema suelo-pasto-animal en Cuba. EDICA. La Habana, Cuba. 72 p.
- Crespo, G.; Torres, Verena & Rodríguez, Idalmis. 1995. Nota sobre la velocidad de descomposición de las bostas vacunas en la época de seca. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 29:257
- Delgado, A. 1982. Supervivencia de las larvas de *Cooperia* sp. en medio externo. **Rev. Cub. Cienc. Vet.** 13 (2):167
- Delgado, A. 1983a. Supervivencia de las larvas de *Haemonchus* sp. en el medio subtropical de Cuba. **Rev. Cub. Cienc. Vet.** 14 (1):49
- Delgado, A. 1983b. Contribución al conocimiento de la migración vertical de larvas de estrongilatos gastrointestinales del bovino. **Rev. Cub. Cienc. Vet.** 14 (2):139
- Delgado, A. 1989. Comportamiento de las larvas de estrongilatos del bovino en el ambiente externo y su importancia en el control de estas helmintosis. **Rev. Cub. Cienc. Vet.** 20 (2):127
- Delgado, A. & Jurasek, V. 1983. Las nematodosis gastrointestinales del ganado bovino en Cuba. Comportamiento estacional. **Revista ACPA**. (3):48
- Delgado, A. & Scull, I. 1987. Actividad depredadora de *Galumna angularis* (ácaros oribáticos) sobre larvas de nemátodos gastrointestinales. **Rev. Cub. Cienc. Vet.** 18 (3-4):65-170
- Demedio, J. & Meireles, Teresa. 1984. Manual de prácticas de parasitología II. Ed. ENPES, MES. Ciudad de La Habana, Cuba. 84 p.
- Djimde, M.; Torres, F. & Migongo-Bake, W. 1989. Climate, animal and agroforestry. In: Meteorology and agroforestry. (Eds. W.S. Reifsnyder y T.O. Darnhofer). ICRAF. Nairobi, Kenya. p. 463-470
- Eddi, C.; Caracostantogolo, J.; Moltedo, H.; Lamberti, R.; Cutullé, C.; Shapiro, J. & Castaño-Zubieta, Raquel. 2000. Control de parásitos gastrointestinales en destete empleando lactonas macrocíclicas. **THERIOS**. 29 (151):36-40
- Eddi, C.; Caracostantogolo, J. & Peña, María. 1994. Avances en el control de los parásitos de los rumiantes. **THERIOS**. 23 (115): 278-284
- Espaine, C. & Lines, R. 1983. Manual de parasitología y enfermedades parasitarias. Tomo II. Ed. ENPES, MES. Ciudad de La Habana, Cuba. p. 254
- Febles, G.; Ruiz, T.E. & Simón, L. 1996. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). CTPPF, Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. p. 91

- Fiel, C.A.; Pedonese, S.I.; Steffan, P.E. & González, F. 2000a. Bioecología de los estadios de vida libre de nemátodos gastrointestinales de bovinos: evolución de huevos a larvas infectantes en materia fecal. Memorias. III Congreso Argentino de Parasitología. La Plata, Argentina. p. 443
- Fiel, C.A.; Pedonese, S.I.; Steffan, P.E. & González, F. 2000b. Bioecología de los estadios de vida libre de nemátodos gastrointestinales de bovinos: Sobrevivencia de larvas en las pasturas. Memorias. III Congreso Argentino de Parasitología. La Plata, Argentina. p. 444
- Franco, R.; Vargas, S.; Padrón, Yeny & Molina, S. 2001. La Leucaena: una opción para la alimentación de los terneros. **Revista ACPA**. 1:47
- Furlong, J. 1997. Pesquisa em doenças parasitárias em bovinos de leite. In: EMBRAPA Gado de Leite. 20 años de Pesquisa. (Eds. L.P. Passos, M.M. Carvalho & O.F. Campos). CNPGL. EMBRAPA. Juiz de Fora, Brasil. p. 221
- García, Amelia; Benítez, D.; La O, M.; Vega, A. & San Martín, Carmen. 1999. Comportamiento de larvas de parásitos gastrointestinales de bovinos en el pasto en condiciones de producción. **Rev. Producción Animal**. 11:55
- García-Romero, C. & Gruner, L. 1984. Influence de la température et de l'humidité sur l'infestation par des strongles gastro-intestinaux de prairies fréquentées par des bovins. **Ann. Rech. Vét.** 15 (1): 65-74
- García-Romero, C.; Valcárcel-Sancho, F.; Cordero del Campillo, M. & Rojo-Vázquez, F.A. 1994. Etiología y epizootología de las infestaciones por tricostrongílidos en bovinos en Galicia. **Med. Vet.** Vol. 11 (3):212-218
- Giraldo, L.A. 1996a. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural. En: Silvopastoreo: Una alternativa para la mejora de la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. (Ed. A. Uribe). CORPOICA. Santafé de Bogotá, Colombia. p. 159
- Giraldo, L. A. 1996b. Potencial del guácimo como componente forrajero. En: Silvopastoreo: Una alternativa para la mejora de la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. (Ed. A. Uribe). CORPOICA. Santafé de Bogotá, Colombia. p. 187
- Gutiérrez, O.; Orama, A. & Cairo, J. 1998. Una nota acerca de la composición química de las heces y orina de vacas en pastoreo. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 32: 71
- Gutiérrez, A. & Simón, L. 1974. Efecto de la rotación y la carga de terneros en pastoreo sobre la ganancia de peso vivo y la incidencia parasitaria. Memoria. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 96
- Hammond, J.A.; Fielding, D. & Bishop, S.C. 1997. Prospects for plant anthelmintics in tropical veterinary medicine. **Veterinary Research Communications**. 21:213
- Hansen, J. & Perry, B. 1994. The epidemiology, diagnosis and control of helminthes parasites of ruminants. ILRAD. Nairobi, Kenya.
- Hauser, S. 1993. Distribution and activity of earthworm and contribution to nutrient recycling in alley-cropping. **Biology Fertiliz. Soil**. 15:16
- Helle, O. 1981. Epidemiology and control of nematodiasis in cattle. (Eds. P. Nansen, R.J. Jorgensen & E.J.L. Soulsby). Martinus Nijhoff. CEC Publications, Utrecht. p. 249
- Hernández, D. 2000. Los sistemas silvopastoriles para la producción de carne y leche en Cuba. I Curso Internacional sobre sistemas silvopastoriles. CORPOICA. Ibagué, Santafé de Bogotá y Valledupar, Colombia.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; Reyes, F. & Mendoza, C. 1998. Explotación de un sistema silvopastoril multiasociado para la producción de leche. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 214
- Hernández, S. & Russell, G. 2001. The tree – grass – soil interactions in silvopastoral systems. Memorias. International Symposium on Silvopastoral Systems and II Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. 78 p.
- Iglesias, J.M. 1999. Sistemas de producción agroforestales. Conceptos generales y definición. **Pastos y Forrajes**. 22:287

- Jiménez, F. & Beer, J. 1999. International Symposium Multi Strata Agroforestry Systems with perennial crops. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 286 p.
- Jiménez, F.; Muschler, R. & Köpsell, E. 2001. Módulos de enseñanza agroforestal No. 6. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Ediciones CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 187 p.
- Keith, R.K. 1953. The differentiation of infective larvae of some common nematode parasites of cattle. **Australian Journal of Zoology**. 1 (2):223-235
- Knox, M. & Steel, J. 1996. Nutritional enhancement of parasite control in small ruminant production systems in developing countries of south-east Asia and the Pacific. **International Journal for Parasitology**. 26 (8/9):963-970
- La O, M. 2001. Contaminación parasitaria del pasto en un sistema silvopastoril para la producción caprina en la montaña. Memorias. I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. ICA. La Habana, Cuba.
- Libreros, H.F. 1995. La sostenibilidad y los sistemas de producción agropecuaria: La agroforestería como alternativa. Memorias II Seminario Internacional "Sistemas silvopastoriles casos exitosos y su potencial en Colombia". Santafé de Bogotá, La Dorada y Santa Marta, Colombia. p. 41
- Lobo, J.M. & Veiga, C.M. 1990. Interés ecológico de la fauna coprófaga en pastos de uso ganadero. **Ecología**. (4):313
- Machado, R. & Seguí, Esperanza. 1997. Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes. **Pastos y Forrajes**. 20:1
- Martínez, J.; Milera, Milagros; Remy, V.; Yepes, I. & Hernández, I. 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. **Pastos y Forrajes**. 12:321
- Mazorra, C.; Rosa, Ana E. de la; Álvarez, A. & Borroto, Angela. 2001. Consideraciones sobre los sistemas de producción de ovinos y sus potencialidades para Cuba. **Pastos y Forrajes**. 24:81
- Méndez, E.; Beer, J.; Faustino, J. & Otárola, A. 2000. Módulos de enseñanza agroforestal No. 1. Plantación de árboles en línea. 2^{da} ed. Ediciones CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 134 p.
- Méndez, M.; Orta, Teresa; Fadruga, María; Benítez, D. & Venereo, A. 1982. Efecto de la densidad de carga en pastoreo sobre la infestación parasitaria de los pastos. **Rev. Cub. Cienc. Vet.** 13 (1):91
- Méndez, M.; Orta, Teresa; Fadruga, María; Delgado, A. & Venereo, A. 1989. Influencia de dos sistemas de rotación sobre la infestación parasitaria de los pastos. **Rev. Cub. Cienc. Vet.** 12 (3):261
- Mendoza de Gives, P. 2000. Control alternativo de las helmintosis en rumiantes. Conferencia Electrónica. Red Latinoamericana de Helmintología. INTA-FAO. Argentina.
- Miller, J.E. & Gray, G.D. 1996. Resistencia genética a helmínticos em rumiantes. In: Controle dos nematodeos gastrointestinais em ruminantes. (Ed. Terezinha Padilha). Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL. p. 237
- Monteiro, F.A. & Werner, J.C. 1989. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: Simposio sobre ecosistema de pastagens (Ed. V. Favoretto & R. Andrade). FUNEP. Jabonicabal, Brasil. p. 149
- Murgueitio, E.; Rosales, M. & Gómez, Maria Elena. 2001. Agroforestería para la producción animal sostenible. CIPAV. Cali, Colombia. 67 p.
- Ndao, M.; Belot, J.; Zinsstag, J. & Pfister, K. 1995. Epidemiology of gastrointestinal helminthiasis in small ruminants from a tree-cropping pasture system in Senegal. **Veterinary Research**. 26 (2):132
- Ndao, M.; Belot, J.; Zinsstag, J. & Pfister, K. 1995. Epidemiology of gastrointestinal nematodosis of cattle in the sylvo-pastoral zone of Senegal. **Revue de Medecine Veterinaire**. 146 (2):129
- Olazábal, E. & Brito, E. 1986. Supervivencia de las larvas invasivas de seis géneros de nemátodos gastrointestinales de los bovinos en el pasto. **Rev. Prod. Animal**. 2(1):51-58
- Padilha, Terezinha. 1996. Resíduos de anti-helmínticos na carne e leite. In: Controle dos nematódeos gastrintestinais em ruminantes. (Ed. Terezinha Padilha). EMBRAPA-CNPGL. Coronel Pacheco, Brasil. p. 77
- Palma, J.M.; Ruiz, T.E. & Jordán, H. 2000. Bancos de proteína con *Leucaena leucocephala*: Una experiencia de transferencia de tecnología en sistemas silvopastoriles en México. Colima, México. 58 p.

- Pentón, Gertrudis. 2000. Efecto de la sombra de los árboles sobre el pastizal en un sistema seminatural. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 66 p.
- Pezo, D & Ibrahim, M. 1999. Módulos de enseñanza agroforestal No. 2. Los sistemas silvopastoriles. 2^{da} ed. Ediciones CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Pezo, D.; Romero, F. & Ibrahim, M. 1992. Producción, utilización y manejo de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano. (Ed. S. Fernández-Baca). FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. p. 47
- Pineda, O. 1986. Hojas de poró (*Erythrina poeppigiana*) en la alimentación de terneros de lechería. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 67 p.
- Pineda, O. 2001a. Crianzas de terneros en cola de zorro (*Setaria sphacellata*) bajo un asocio de árboles multipropósitos. Memorias. International Symposium on Silvopastoral Systems and II Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. 478 p.
- Pineda, O. 2001b. Crianzas de terneros en un sistema agroforestal con cítricos. Memorias. International Symposium on Silvopastoral Systems and II Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. 478 p.
- Quintana, S.; Pepe, C. & Ibarburu, A. 1987. Manejo parasitario del cordero de destete en campo natural. I. Pastoreo alterno con bovinos en un área de basalto superficial. **Vet. Mdeo.** 23:6
- Roberts, F.H.S. & O'Sullivan, J.P. 1950. Methods for eggs counts and larval cultures for strongyles infesting the gastrointestinal tract of cattle. **Aust. Agric. Res.** 1:99
- Rodríguez, Idalmis. 2001. Influencia de las excreciones de vacas lecheras en el agroecosistema del pastizal. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. ICA. La Habana, Cuba. 96 p.
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G. & Fraga, S. 1998. Nota sobre el efecto de la acumulación de bostas vacunas en la macrofauna del suelo. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 32:321
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G.; Torres, Verena & Fraga, S. 1997. Estudio de la velocidad de desaparición de bostas vacunas en un pastizal de *Cynodon nlemfuensis*. Estación de lluvia. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 31:189
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G.; Torres, Verena & Fraga, S. 1998. Estudio de la velocidad de desaparición de bostas vacunas en un pastizal de *Cynodon nlemfuensis* en la estación seca. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 32:221
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G.; Torres, Verena & Fraga, S. 1999. Comportamiento de la macrofauna del suelo bajo dos sistemas de pastoreo. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 32:321
- Rodríguez, J. 1999. Parasitología general. Conferencia. Maestría en Microbiología y Parasitología. CENSA. La Habana, Cuba. 13 p.
- Rodríguez, J.; Alonso, Magalis; Blandino, Teresa; Abreu, Raquel & Gómez, E. 1987. Manual de técnica parasitológicas. Ed. EMPES. La Habana, Cuba. 103 p.
- Roncallo, B.; Navas, A. & Garibella, Adriana. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: Silvopastoreo: Una alternativa para la mejora de la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. (Ed. A. Uribe). CORPOICA. Santafé de Bogotá, Colombia. p. 231
- Roncallo, B; Torres, E. & Sierra, M. 2000. Producción de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobbillo (*Pithecellobium saman*) durante la época de lluvias. I Curso Internacional sobre sistemas silvopastoriles. CORPOICA. Ibagué, Santafé de Bogotá y Valledupar, Colombia.
- Sánchez, Saray, Hernández, Marta & Simón, L. 1998. Diversidad de los organismos del suelo bajo un sistema silvopastoril. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 295
- Sánchez, Saray & Reinés, Martha. 2001. Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. **Pastos y Forrajes.** 24:191
- Simón, L. 1978. Efecto del manejo y la alimentación en el desarrollo de bovinos jóvenes. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Veterinarias. ISCAH. La Habana, Cuba. 123 p.

- Simón, L. 1996a. Rol de los árboles y arbustos multipropósitos en fincas ganaderas. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). CTPPF, Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. p. 41
- Simón, L. 1996b. Leguminosas arbóreas utilizadas en cercas vivas y ramoneo. En: Silvopastoreo: Una alternativa para la mejora de la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. (Ed. A. Uribe). CORPOICA. Santafé de Bogotá, Colombia. p. 109
- Simón, L. 1998. Del monocultivo de pastos al Silvopastoreo: la experiencia de la EEPF "Indio Hatuey". En: Los árboles en la ganadería Tomo I. Silvopastoreo (Ed. L. Simón). EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 9
- Simón, L. 1999. Las diez claves del Silvopastoreo y algunas soluciones para su extensión. **Revista ACPA**. (4):46
- Simón, L. 2000. Manual práctico sobre el Silvopastoreo. CIC-DECAP. Ciudad de La Habana, Cuba. 21 p.
- Simón, L.; Iglesias, R.; Cáceres, O. & Duquezne, P. 1994. Equinos en cítricos. **Revista ACPA**. 1:41
- Soca, Mildrey & Arece, J. 2000. Efectos de los sistemas silvopastoriles sobre el comportamiento de las nematodosis gastrointestinales de los bovinos. I Curso Internacional sobre sistemas silvopastoriles. CORPOICA. Ibagué, Santafé de Bogotá y Valledupar, Colombia.
- Soca, Mildrey; Simón, L.; Aguilar, A. & Francisco, Ana G. 1998. Efecto de los sistemas silvopastoriles sobre el comportamiento de nemátodos gastrointestinales en terneros. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 240
- Soca, Mildrey; Simón, L.; Aguilar, A. & Francisco, Ana G. 1999. Comportamiento de los sistemas silvopastoriles en la crianza de bovinos jóvenes. Resúmenes. III Taller Internacional de Producción Animal. Universidad de Granma. Granma, Cuba.
- Soca, Mildrey; Simón, L.; Aguilar, A.; Roche, Yaima & García, E. 2001. Comportamiento estacional de las nemátodos gastrointestinales de los bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles. Memorias. II Reunión Nacional sobre Sistemas Silvopastoriles. Tabasco, México.
- Soca, Mildrey, Simón, L. & Francisco, Ana G. 2000. Comportamiento de las nematodosis gastrointestinales de bovinos jóvenes en un sistema silvopastoril. **Pastos y Forrajes**. 23:333
- Soca, Mildrey; Simón, L.; Roche, Yaima; Sánchez, Saray; Aguilar, A. & Gómez, E. 2001. Parasitological dynamics of bovine dropping under silvopastoral system conditions. Memorias. International Symposium on Silvopastoral Systems and II Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. 478 p.
- Steffan, P.E. 2000. Control de los nemátodos internos de los bovinos mediante el uso racional de antihelmínticos. Conferencia Electrónica. Red Latinoamericana de Helmintología. INTA-FAO. Argentina.
- Suárez, V.H. 2000. Ecología de los estadios de vida libre de nemátodos parásitos de bovinos durante la contaminación otoño invernal en la región semiárida pampeana. Memorias. III Congreso Argentino de Parasitología. La Plata, Argentina. p. 442
- Taylor, E.L. 1939. Technique for the estimation of pasture infestation by strongyloid larvae. **Parasitology**. 31:473-478
- Thamsborg, S.M.; Jorgensen, R.J.; Waller, P.J. & Nansen, P. 1996. The influence of stocking rate on gastrointestinal nematode infections of sheep over a 2 year grazing period. **Veterinary Parasitology**. 67:207
- Valenzuela, G.; Quintana, I. & Fernández, C. 1991. Epidemiología de la infestación por *Nematodirus* spp. (Nematoda: Trichostrongylidae) en ovinos en sistemas de silvopastoreo. **Arch. Med. Vet.** 23 (2):151
- Valenzuela, G.; Quintana, I. & González, E. 1988. Epidemiología de Coccidias (Protozoa: Eimeriidae) en ovinos en sistemas de silvopastoreo. **Arch. Med. Vet.** 20 (1):51
- Van Houtert, M.F.J. & Sykes, A.R. 1996. Implications of nutrition for the ability of ruminants to withstand gastrointestinal nematode infections. **International Journal for Parasitology**. 26:1151

- Vásquez, R. 1992. Comportamiento del Poró (*Erythrina poeppigiana*) con dos fuentes nitrogenadas comerciales en la suplementación de terneros de lechería alimentados con una dieta basal de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 107 p.
- Vázquez, V.M. 2000. Agentes etiológicos y ciclos de vida de los nemátodos gastrointestinales. En: Memorias, 1er. Curso Internacional "Nuevas perspectivas en el diagnóstico y control de nemátodos gastrointestinales en pequeños rumiantes. Eds. F., Torres; A., Aguilar & A., Ortega. Yucatán, México. p. 1-5
- Villar, C.E. 1997. Aspectos básicos para el manejo integral del parasitismo en bovinos. Información Técnica. No. 4. CORPOICA, Regional 8. Villavicencio, Meta, Colombia. 8 p.
- Waller, P.J. 1996. Controle integrado de nematódeos parasitos de ruminantes. In: Controle dos nematódeos gastrintestinais em ruminantes. (Ed. Terezinha Padilha). EMBRAPA-CNPGL. Coronel Pacheco, Brasil. p. 179
- Waller, P.J. 1998. Parasite epidemiology, resistance and the prospects for implementation of alternative control programs. In: Biological control of gastro-intestinal nematodes of ruminants using predacious fungi. Proceedings. FAO. Roma, Italia. p. 1
- Weeda, W.C. 1967. The effect of cattle dung patches on pasture growth, botanical composition and pasture utilization. **N.Z.J. Agric. Res.** 10:150
- Winks, R.; Bremner, K.C. & Barger, I.A. 1983. Epidemiology and control of parasitic gastroenteritis of cattle in the tropical/subtropical zone. I. Epidemiology and control of parasitic gastroenteritis of cattle in Australia. (Eds. N., Anderson and P.J., Waller). CSIRO, Division of Animal Health. p. 65-72