

CARACTERIZACIÓN MICROECOLOGICA DE NEMATODOS PARÁSITOS PRESENTES EN CAPRINOS DE ZONAS ÁRIDAS DE VENEZUELA

GUSTAVO MORALES, LUZ A. PINO, ELIS ALDANA, LUIS PERDOMO & EMILIA MOLINA

Se determinó que los caprinos de las zonas áridas de Venezuela son parasitados por las siguientes especies de nemátodos: Haemonchus contortus, Trichostrongylus axei, T. colubriformis, Cooperia curticei, Oesophagostomum columbianum, Skrjabinema ovis y Trichuris globulosa.

Los valores del índice de diversidad de Shannon-Weaver oscilaron entre 0,045 y 1,73 bits ($\bar{X} = 1,15 \pm 0,24$ bits). La diversidad máxima por mes presenta valores que van desde 1 a 2,80 bits ($\bar{X} = 2,49 \pm 0,28$ bits) y la equitabilidad varió de 0,045 a 0,67 ($\bar{X} = 0,44 \pm 0,09$). Los valores obtenidos con los datos agrupados en un solo bloque son de 1,25 bits, 2,80 bits y 0,40 para el índice de diversidad de Shannon-Weaver, la diversidad máxima y la equitabilidad respectivamente.

En lo referente a las asociaciones parasitarias, se encontró un primer grupo conformado por T. axei, T. colubriformis y H. contortus, un segundo grupo por T. colubriformis, H. contortus y O. columbianum, y un tercero integrado por T. colubriformis, S. ovis y T. globulosa.

Los resultados obtenidos permiten además, sugerir en torno al control químico que en los meses en los cuales el valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver se aproxime al de la diversidad máxima y el del índice de equitabilidad se aproxime a la unidad, se pueden utilizar antihelmínticos de amplio espectro.

Palabras claves: parásitos – nemátodos – caprinos – microecología – zonas áridas

La cabra constituye el más valioso animal doméstico para miles de familias campesinas de las zonas áridas y semiáridas del país (García, Castillo & Gado, 1972), ya que es un animal que puede sobrevivir e inclusive prosperar en ambientes difíciles y con escasa vegetación. Además su rusticidad le permite resistir mucho mejor que el ganado ovino y vacuno, las condiciones de sequía prolongada (Devendra, 1971).

Cualquier programa de estímulo a la cría caprina debe incluir una adecuada planificación sanitaria que garantice la profilaxis de las enfermedades infectocontagiosas y el control racional de las parasitarias. Sin embargo, muy pocos estudios han sido realizados en Venezuela para determinar la importancia de las infecciones por helmintos en esta especie animal (Isakovich, Torrealba & Materan, 1977). Es conveniente destacar que, las parasitosis gastrointestinales pueden ocasionar disminución de la ganancia de peso, y de la producción en general, contribuyendo al incremento de la mortalidad sobre todo en animales jóvenes, como consecuencia de los serios trastornos funcionales que originan, los cuales van desde la reducción del consumo de alimentos hasta severas alteraciones del metabolismo mineral (Reveron, 1976; Isakovich, Torrealba & Materan, 1977; Contreras, Lopez & Sanches, 1976).

La realización de un programa de control eficaz requiere del conocimiento exacto de las especies parásitas presentes, de sus abundancias y prevalencias así como de las diversas asociaciones interespecíficas en el curso del año, información esta que puede ser reunida mediante el empleo de índices utilizados hasta el presente en ecología de comunidades de peces, insectos o vegetales y cuyo uso nosotros proponemos en parasitología tanto para el desarrollo de programas de control como para la evaluación de sus resultados.

MATERIAL Y METODOS

Descripción de la zona: Los caprinos utilizados en el presente estudio, provenían de las localidades de Los Arangues, El Culebrero y La Granja, todas pertenecientes al Distrito Torres del Estado Lara y cuyas características climáticas básicas son suministradas en la Tabla I. La clasificación de las zonas de vida se hizo según Holdridge (Ewel, Madriz & Tosi, 1976).

Métodos Parasitológicos: Para la realización del presente trabajo se colectaron un total de 76 tractos gastrointestinales de caprinos adultos, sacrificados en el Matadero Semi-industrial de

El presente trabajo (Proyecto NURR-C-40-85) recibió financiamiento del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de los Andes.

Laboratorio de Ecología de Parásitos, Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de Los Andes, Trujillo 3102-A, Venezuela.

Recibido para publicación en 28 de Octubre y aceptado en 19 de Noviembre de 1985.

Carora en el Estado Lara, durante el lapso comprendido entre el mes de Febrero de 1984 y el de Febrero de 1985. El número de animales examinados por mes es suministrado en la Tabla II. Las diferentes partes del tracto gastrointestinal de interés para el presente estudio (abomaso, intestino delgado e intestino grueso) eran separadas mediante ligaduras, numeradas y colocadas en bolsas plásticas debidamente identificadas para ser congeladas a -20°C (Hubert, 1980), y posteriormente procesados según las técnicas recomendadas por Morales & Pino (1977) y por Morales (1983).

TABLA I

Características climáticas de las zonas de proveniencia de los caprinos con los que se realizó el presente estudio

Localidad	Altitud	Precipitación	Temperatura	Evaporación	Zona de Vida	Utilidad Pecuaria
	(msnm)	(mm)	($^{\circ}\text{C}$)	(mm)		
Los Arangues	511	$P_T = 632,2$ $\bar{X}_m = 53,02$	$\bar{X}_{\text{máx.}} = 33,93$ $\bar{X}_{\text{mín.}} = 18,1$	2891,2	Transición de bosque muy seco tropical hacia bosque espinoso.	Cría de ganado caprino y en menor escala de vacunos.
La Granja	430	$P_T = 402,5$ $\bar{X}_m = 35,79$	$\bar{X}_{\text{máx.}} = 32,5$ $\bar{X}_{\text{mín.}} = 23,9$	3371,6	Transición de bosque espinoso hacia maleza desértica.	Cría de ganado caprino.
El Culebrero	510	$P_T = 543,7$ $\bar{X}_m = 45,30$	$\bar{X}_{\text{máx.}} = 32,5$ $\bar{X}_{\text{mín.}} = 23,9$	3230,1	Bosque espinoso hacia maleza desértica.	Cría de ganado caprino y ovino.

P_T = Precipitación total; \bar{X}_m = Precipitación promedio mensual; $\bar{X}_{\text{máx}}$ = Temperatura promedio máxima; $\bar{X}_{\text{mín}}$ = Temperatura promedio mínima.

A continuación se procedió a la toma de alícuotas, las cuales fueron del 20% para el abomaso, del 25% para el intestino delgado y del 100% para el intestino grueso. El aislamiento de los parásitos se efectuó a la lupa con 12 aumentos y la identificación al microscopio siguiendo las claves suministradas por diversos autores (Ramson, 1911; Euzeby, 1982; Soulsby, 1982).

Para el estimado del número total de nemátodos de cada especie presente, por caprino examinado y en base a la alícuota tomada, empleamos la fórmula de Clark, Tucker & Turton (1971):

$$N = 100 (r/P)$$

N = número estimado de nemátodos discriminados por especie, presentes en el caprino examinado.

r = número de parásitos encontrados en la alícuota examinada.

P = porcentaje examinado del volumen total (alícuota).

Análisis de datos:

Diversidad específica: La diversidad específica puede ser definida como una medida de la composición en especies de un ecosistema en términos del número de ellas presentes y de sus abundancias relativas (Legendre & Legendre, 1979).

La medida de la diversidad en especies de una comunidad biológica es otro campo en el cual la teoría de la información encuentra aplicación en Ecología (Margalef, 1958), siendo el índice de Shannon-Weaver uno de los más comúnmente utilizados actualmente como medida de la misma (Daget, 1979; Legendre & Legendre, 1979; Blondel, 1979). El cálculo de dicho índice se hace en forma práctica y sencilla mediante la fórmula suministrada por Daget (1979).

$$I_{sh} = 3,322 \left[\text{Log } Q - \frac{1}{Q} \sum q_i \text{ Log } q_i \right]$$

En dicha fórmula q_i representa los efectivos estimados para cada especie encontrada y Q la sumatoria de todos los efectivos estimados de todas las especies encontradas. Todos los cálculos

del índice de diversidad se hacen con logaritmos vulgares y el resultado final es multiplicado por 3,322 para obtener el valor en bits (Blondel, 1979; Daget, 1979).

Diversidad máxima: La diversidad máxima desde el punto de vista de la medida informacional de la diversidad sería aquel valor que obtendríamos en una comunidad en la cual todas las especies presentes tengan una abundancia similar (Daget, 1979); se expresa también en bits y su fórmula de cálculo es:

$$D. \text{máx.} = \text{Log}_2 N$$

N = número de especies presentes (riqueza específica).

Equitabilidad: Es definida como la razón entre la diversidad real u observada y la diversidad máxima. En nuestro caso es la obtenida mediante el índice de Shannon-Weaver entre la diversidad máxima (Daget, 1979). La equitabilidad es también llamada regularidad (Legendre & Legendre, 1979) y su fórmula de cálculo es:

$$E = I_{sh} \div D. \text{máx.}$$

Asociaciones parasitarias: Para la determinación de las asociaciones parasitarias se utilizó el índice de Fager (1957), ya que nos interesaba conocer las especies que se presentaban siempre en conjunto, independientemente de la variación de sus abundancias:

$$I_{AB} = 2J \div n_A + n_B$$

I_{AB} = índice de afinidad de Fager.

J = número de caprinos en los cuales tanto la especie "A" como la "B" están presentes.

n_A = número de caprinos en los cuales la especie "A" está presente.

n_B = número de caprinos en los cuales la especie "B" está presente.

Luego, se realiza un test de t para ver si el índice de afinidad obtenido es significativo a un nivel $\alpha = 5\%$, considerándose que existe afinidad real entre las especies, es decir que hay asociación interespecifica cuando el valor de t calculado es superior a 1,645 (Fager, 1957; Southwood, 1975).

$$t = \left[\frac{(n_A + n_B) (2J - 1)}{2 n_A n_B} - 1 \right] \sqrt{n_A + n_B - 1}$$

Los valores de los índices de afinidad obtenidos que resultan significativos son representados gráficamente sobre una circunsferencia, en la cual se coloca un número de puntos igual al número de especies consideradas y se procede a unir dichos puntos dos a dos comenzando por aquellas especies con el índice de asociación más elevado.

RESULTADOS

Al hacer el estudio de los nemátodos parásitos presentes en los caprinos del Distrito Torres (Estado Lara – Venezuela), se encontró que *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* están presentes todo el año, *T. axei*, *Skrjabinema ovis* y *Trichuris globulosa* solo estuvieron ausentes durante el mes de Junio, *Oesophagostomum columbianum* estuvo ausente los meses de Abril y Junio, y *Cooperia curticei* se encontró solo en los muestreos de Febrero, Julio y Octubre (Tabla II). En esta misma Tabla II se muestra el ciclo anual de variación del índice de diversidad de Shannon-Weaver, el de la diversidad máxima y el de equitabilidad, observándose que los valores de I_{sh} oscilaron entre 0,045 y 1,73 bits ($\bar{X} = 1,15 \pm 0,24$ bits) y fueron siempre inferiores a los de la D. máx. que osciló entre 1 y 2,80 bits ($\bar{X} = 2,49 \pm 0,28$ bits), la equitabilidad varió entre 0,045 y 0,67 ($\bar{X} = 0,44 \pm 0,99$), presentando, salvo en los meses de Marzo, Abril y Octubre valores interiores a 0,50.

En lo referente a estos mismos índices pero para datos agrupados en un solo bloque anual, obtuvimos 1,25 bits para el índice de Shannon-Weaver 2,80 bits para la D. máx. y 0,40 para la equitabilidad (Tabla III).

En cuanto a las asociaciones parasitarias, la Fig. 1 nos permite constatar una primera asociación entre *T. axei*, *T. colubriformis* y *H. contortus*, una segunda entre *T. colubriformis*, *H. contortus* y *O. columbianum* y por último una tercera asociación entre *T. colubriformis*, *S. ovis* y *T. globulosa*.

TABLA II

Ciclo Anual de Variación del Índice de Diversidad de Shannon-Weaver, Diversidad Máxima y Equitabilidad de la comunidad de nemátodos parásitos presentes en caprinos del Distrito Torres, Edo. Lara (Venezuela)

Especies	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
<i>T. colubriformis</i>	7820	3252	1352	19740	10293	3453	2352	2168	1653	3756	9528	11753	3870
<i>T. axei</i>	1205	2795	418	440	0	100	70	70	30	55	895	3170	210
<i>H. contortus</i>	430	3330	154	2550	55	933	590	475	30	70	2189	561	560
<i>S. ovis</i>	23	66	54	560	0	9	273	194	329	1066	271	90	95
<i>T. globulosa</i>	5	31	62	29	0	26	26	17	10	42	7	2	16
<i>O. columbianum</i>	3	139	0	219	0	135	6	6	4	2	8	97	10
<i>C. curticei</i>	0	0	0	0	0	419	0	0	630	0	0	0	144
n	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	6
R	6	6	5	6	2	7	6	6	7	6	6	6	7
Q	9486	9613	2040	27538	10348	5075	3317	2930	2686	4991	12898	15673	4905
Ish. (bits)	0,85	1,73	1,43	1,26	0,045	1,41	1,27	1,17	1,48	1,00	1,15	1,04	1,12
D. máx. (bits)	2,58	2,58	2,32	2,58	1	2,80	2,58	2,58	2,80	2,58	2,58	2,58	2,80
E	0,32	0,67	0,61	0,48	0,045	0,50	0,49	0,45	0,53	0,39	0,44	0,40	0,40

n = número de caprinos examinados; R = Riqueza específica; Q = Sumatoria de las abundancias totales de cada especie de nemátodo presente; Ish = Índice de diversidad de Shannon; D. máx. = Diversidad máxima; E = equitabilidad.

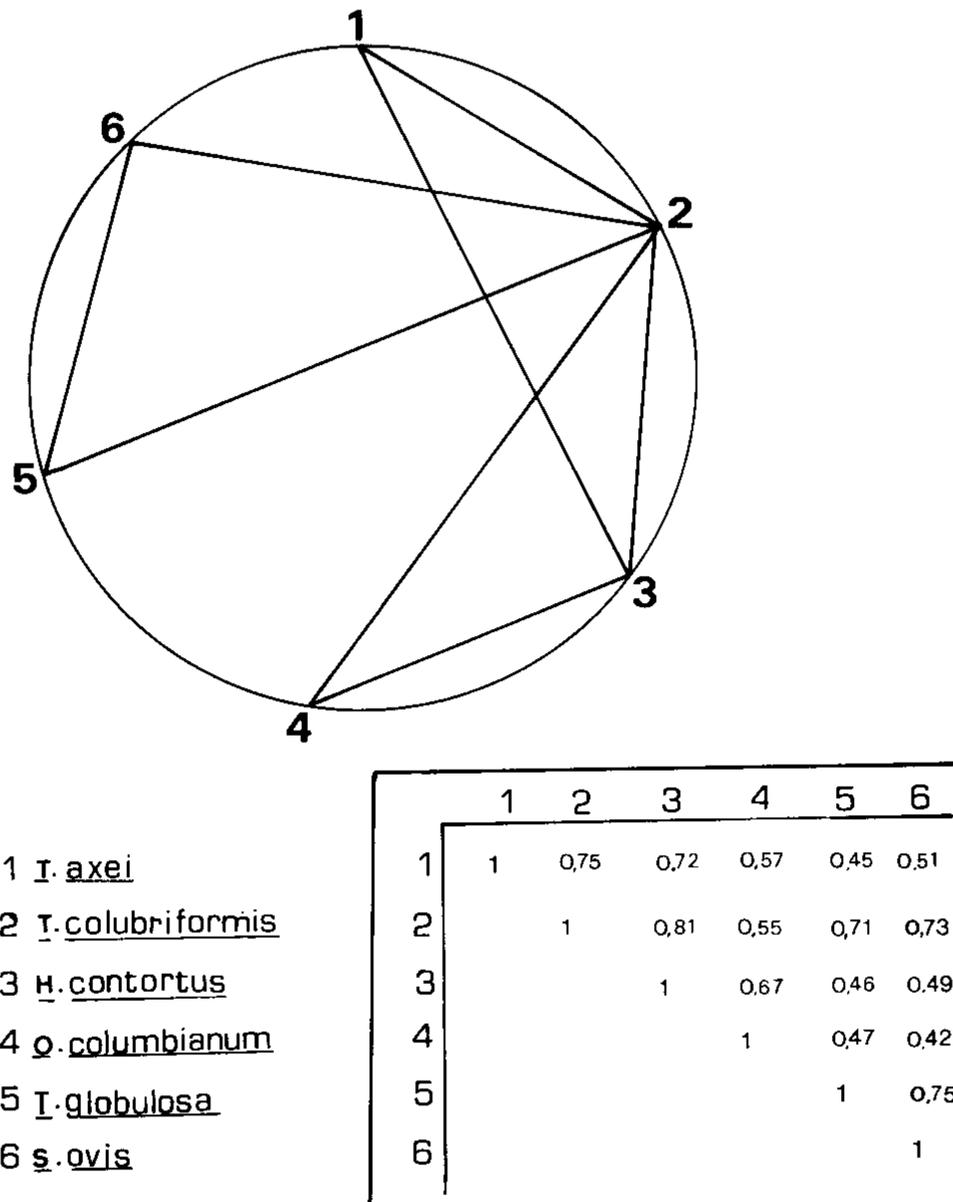


Fig. 1: Matriz de similitud de orden 6 por el método de polígonos inscritos de las asociaciones interespecíficas entre los nemátodos parásitos de ovinos de zonas áridas de Venezuela.

TABLA III

Indice de Diversidad de Shannon-Weaver, Diversidad Máxima y Equitabilidad Anual de la comunidad de nemátodos parásitos de los caprinos del Distrito Torres, Estado Lara (Venezuela)

n	R	Q	Ish.	D. máx.	E.
76	7	107.500	1,25 bits	2,80 bits	0,40

n = número total de caprinos examinados; R = Riqueza específica; Q = Sumatoria de las abundancias totales de cada especie de nemátodo presente; Ish = Índice de Shannon; D. máx. = Diversidad máxima; E = Equitabilidad.

DISCUSION

Una de las características esenciales de toda comunidad es su grado de organización el cual se traduce básicamente por una cierta distribución de las abundancias específicas y por un cierto espectro de frecuencias relativas desde la especie más abundante a la más escasa (Daget, 1979). Nuestros resultados muestran que la diversidad observada, obtenida mediante el cálculo del Índice de Shannon-Weaver presenta valores siempre inferiores a los de la diversidad máxima, tanto en el análisis mensual como en el de los datos agrupados. Esto es debido a que la especie *T. colubriformis* es ampliamente dominante en el curso del año; así vemos que en los resultados correspondientes a los datos agrupados dicha especie representa por si sola el 75,34% del total de la comunidad; y conjuntamente con *T. axei* el 84,14%, mientras que el resto de la comunidad, conformada por las cinco especies restantes, alcanza tan solo un 15,86% del total. Esto es concordante con lo planteado por Margalef (1981), quien considera que un índice de diversidad bajo es consecuencia bien sea de pocas especies presentes en la comunidad, o, de la clara dominancia de una especie, acompañada de una rápida caída de las abundancias de las especies restantes.

En lo referente a los valores de la equitabilidad, vemos que en líneas generales pueden considerarse como bajos. Para Margalef (1958), la estabilidad del medio conlleva a un grado más elevado de organización o de complejidad de la pirámide trófica. Por consiguiente un medio más estable contendrá mayor cantidad de nichos y por ende un mayor número de especies.

Para Chabaud & Durette (1978), las especies hospedadores polífagas, albergan una fauna parasitaria menos rica que las monófagas.

De otra parte, las condiciones climáticas rigurosas pueden favorecer a ciertas especies en detrimento de las otras, lo cual ocasiona disminución de los valores de la equitabilidad (Legendre & Legendre, 1979).

Desde el punto de vista de la estabilidad del medio, en nuestro caso, el tracto gastrointestinal de los caprinos, puede considerarse como inestable en vista del amplio rango dietético de esta especie hospedadora, lo cual ha llevado a algunos autores (Durán & Garcia, 1981) a considerarla como omnívora, pues consume prácticamente todas las especies de plantas disponibles en un área determinada.

Además de la influencia de los factores del medio ambiente, tanto al exterior como al interior del hospedador definitivo, otro aspecto que explica los bajos valores del índice de diversidad y de equitabilidad obtenidos, es el referente a la dominancia del género *Trichostrongylus* dentro de la comunidad de nemátodos estudiados. Lo cual puede ser atribuido, a la gran capacidad de resistencia a las condiciones adversas del medio externo que presenta el mencionado parásito, debido por una parte a que sus huevos presentan una cubierta externa menos permeable al agua, que les permite almacenarla más eficientemente y por otra a la gran resistencia de su larva infestante (Donald, 1973).

Por último en torno a las asociaciones parasitarias vemos que en los tres grupos formados, la especie *T. colubriformis* está siempre presente, bien sea al lado de nemátodos de la misma familia como *T. axei* y *H. contortus* o conjuntamente con nemátodos de familias totalmente diferentes como *O. columbianum*, *T. globulosa* y *S. ovis*, lo cual indica que en este medio el poliparasitismo es la regla. Por consiguiente, sería interesante conocer el efecto de las diversas asociaciones, sobre el crecimiento, la productividad, la movilidad y la mortalidad en el hospedador, pero utilizando cargas parasitarias promedio por especies similares a las encontradas en condiciones naturales, para

una adecuada planificación y justificación de los tratamientos. Sobre este último aspecto, las opiniones de los autores son muy controversiales, ya que para algunos (Graber & Perrotin, 1983), se requiere tratar los animales aun con bajas cargas parasitarias, mientras que por ejemplo, Georgi (1980) afirma que es necesario tomar muy en cuenta la carga parasitaria del animal, ya que una infestación subclínica por estrogilos gastroentéricos no debe tratarse a menos que se le pueda brindar a los animales un ambiente no contaminado despues del tratamiento, en vista de que la pérdida de la inmunidad consecutiva a la erradicación de la infestación establecida permitiría una reinfestación rápida, quizás más intensa que la anterior.

Para nosotros, los resultados obtenidos nos permiten sugerir el empleo de anti-helmínticos de amplio espectro en aquellos meses en los cuales el valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver sea elevado aproximándose al de la diversidad máxima y el del índice de equitabilidad esté cerca de la unidad; mientras que en aquellos meses con índices de diversidad y de equitabilidad bajos, lo cual es indicativo de clara dominancia de una especie o de baja riqueza específica, se recomendaría el empleo de anti-helmínticos con efecto preferencial sobre la especie problema. En consecuencia, si tomamos el ejemplo del presente estudio se justificaría el empleo de anti-helmínticos de amplio espectro, fundamentalmente durante los meses de Marzo, Abril, Julio y Octubre.

SUMMARY

Goats from the Venezuelan northern arid zones were found infested by the following nematodes: *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus axei*, *T. colubriformis*, *Cooperia curticei*, *Oesophagostomum columbianum*, *Skjabinema ovis* y *Trichuris globulosa*.

The Shannon-Weaver index of diversity values oscillated between 0.045 and 1.73 bits ($\bar{X} = 1.16 \pm 0.24$ bits). The maximum value of montly diversity ranged from 1 to 2.80 bits ($\bar{X} = 2.49 \pm 0.28$ bits) and the equitability ranged from 0.045 to 0.67 ($\bar{X} = 0.44 \pm 0.09$).

Parasitic associations were found among 1) *T. axei*, *T. colubriformis* and *H. contortus*, 2) *T. colubriformis*, *H. contortus* and *O. columbianum* and 3) *T. colubriformis*, *S. ovis* and *T. globulosa*.

The above results suggest that in months when the diversity index is close to the maximum value and the equitability index is near unity, wide spectrum antihelmintic treatment should be used for poly-parasitized animals.

Key words: parasites - nematodes - goats - microecology - arid zones

AGRADECIMIENTOS

A Elena Briceño O., por el trabajo mecanográfico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BLONDEL, J., 1979. Biogéographie et écologie. Masson, Paris.
- CHABAUD, A. & DURETTE, M., 1978. Parasitisme par plusieurs espèces congénériques. *Bul. Soc. Zool. France*, 103 :459-464.
- CLARK, C.; TUCKER, A. & TURTON, J., 1971. Sampling technique for estimating roundworm burdens of sheep and cattle. *Exp. Parasitol.*, 30 :181-186.
- CONTRERAS, J.; LOPEZ, W. & SANCHEZ, J., 1976. Haemonchosis en caprinos. *Rev. Vet. Venezolana*, 40 :91-97.
- DAGET, J., 1979. Les modèles mathématiques en écologie. Masson, Paris.
- DEVENDRA, C., 1971. La industria caprina en los trópicos. *Agronomía Tropical*, 21 :237-246.
- DONALD, A., 1973. Bionomics of the free-living stages of the gastrointestinal nematodes of sheep in relation to epidemiology, Proc. Nº 19. University of Sydney, Australia.
- DURAN, G. & GARCIA, I., 1981. La especie caprina y el ecosistema pastizal espinar en el Valle de Baragua, Estado Lara. *Vet. Tropical*, 6 :9-22.
- EUZEBY, J., 1982. Diagnostic expérimental des helminthoses animales. 2 Edit. Informations techniques des services vétérinaires. Ministère de l'Agriculture, Paris.
- EWEL, J.; MADRIZ, A. & TOSI, J., 1976. Zonas de vida de Venezuela, Ediciones del FONAIAP. Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela.
- FAGER, E., 1957. Determination and analysis of recurrent groups. *Ecology*, 38 :586-595.
- GARCIA, O.; CASTILLO, J. & GADO, C., 1972. Situación actual de la ganadería caprina en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 22 :239-250.

- GEORGI, J., 1980. Parasitology for veterinarians. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- GRABER, M. & PERROTIN, C., 1983. Helminthes et helminthoses des ruminants domestiques d'Afrique tropicale. Éditions du Point Vétérinaire. Maisons Alfort, France.
- HUBERT, J., 1980. Bilans parasitaires: possibilité de congélation des tractus digestifs avant les examens. *Rec. Méd. Vét.*, 156 :47-50.
- ISAKOVICH, J.; TORREALBA, J. & MATERAN, J., 1977. Aspectos epidemiológicos de nematodos gastrointestinales de caprinos en Venezuela. *Veteriana Tropical*, 2 :69-78.
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P., 1979. Écologie numérique. 1. Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris.
- MARGALEF, R., 1958. Information theory in Ecology. *General Systems*, 3 :36-71.
- MARGALEF, R., 1981. Ecología. Editorial Planeta, Barcelona, España.
- MORALES, G., 1983. Caractérisation morphologique, biologique et épidémiologique de *Teladorsagia trifurcata* et *T. circumcincta*. Thèse Doct. Université Pierre et Marie Curie, Paris VI.
- MORALES, G. & PINO, L.A., 1977. Manual de diagnóstico helmintológico em ruminantes. Edit. Colegio de Médicos Veterinarios, Maracay, Venezuela.
- RANSOM, B.H., 1911. The nematodes parasitic in the alimentary tract of cattle, sheep and other ruminants. U.S. Department of Agriculture, Bulletin 127, Washington.
- REVERON, A., 1976. Efectos del parasitismo gastrointestinal sobre el balance mineral de la oveja. *Revista Ciencias Veterinarias*, 5 :753-767.
- SOULSBY, F., 1982. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. Ballière Tindall, Londres.
- SOUTHWOOD, T., 1975. Ecological methods. Chapman and Hall, Londres.