

Artículo original

Nematodos gastrointestinales de importancia económica en la producción bovina del Noroeste Argentino

Víctor H. Suarez¹, Leandro H. Olmos^{1,2}, Virginia Araoz³, Luis A. Colque Caro^{1,2}, Gabriela V. Sandoval^{1,2}, Juan F. Micheloud^{1,2}¹ INTA, Área de Investigación en Salud Animal- IIACS-CIAP con sede en EEA Salta, RN 68, km 172, 4403, Cerrillos, Salta.² Universidad Católica de Salta, Facultad de Ciencias Veterinarias-Salta, Argentina.³ INIA – La Estanzuela, Colonia, Uruguay

e-mail: suarez.victor@correo.inta.gov.ar

(Recibido 20 de septiembre 2019; aceptado 16 de noviembre 2019)

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue describir la etiología y abundancia de los nematodos gastrointestinales (NGI) de los vacunos en los diferentes sistemas productivos y ecorregiones del noroeste de Argentina. Los NGI se recuperaron de muestras provenientes de necropsias realizadas con motivo de casos diagnósticos diversos ($n=47$) y de muestras de frigoríficos ($n=9$) provenientes de las ecorregiones Chaqueña semiárida, Chaco serrano y Valles templados de Salta, Jujuy, Tucumán y Santiago del Estero. Durante el período 2012-2018, a partir de las muestras del cuajo e intestinos se procedió a la recuperación y recuento de NGI. Las diferencias en los conteos de las especies de NGI fueron procesadas por análisis de varianza no paramétricos. Los NGI hallados y sus respectivas prevalencias fueron *Cooperia pectinata* (73%), *Cooperia punctata* (64%), *Haemonchus placei* (73%), *Trichostrongylus axei* (46%) y *Ostertagia ostertagi* (41%). Esporádicamente se recuperaron *Oesophagostomum radiatum* y *Trichuris* spp. Se evidenciaron diferencias significativas en los recuentos de *Haemonchus placei* ($p<0,006$), *Cooperia punctata* ($p<0,0004$), *C. pectinata* ($p<0,0001$) entre terneros y vacunos adultos. Las cargas de *Ostertagia ostertagi* recuperadas en los tambos fueron significativamente ($p<0,025$) más altas que las halladas en cría o engorde a corral. Independientemente de las ecorregiones, las poblaciones de *O. ostertagi* como de *T. axei* fueron significativamente ($p<0,0001$) más numerosas por sobre los 1000 m s.n.m., mientras que las de *H. placei* fueron mayores ($p<0,02$) por debajo de los 1000 m s.n.m. Se concluye que estas cinco especies son las de mayor importancia productiva para los bovinos de acuerdo a las diferentes regiones, altitudes y sistemas productivos.

Palabras clave: nematodos gastrointestinales, bovinos, sistemas productivos, ecorregiones, Noroeste Argentino

INTRODUCCIÓN

La producción de carne bovina en el NOA es una de las actividades más importantes y ha cobrado relevancia a partir del desplazamiento hacia el norte de la ganadería presionada por la agricultura en el centro del país.

ABSTRACT

Gastrointestinal nematodes of economic importance in bovine production of the Argentine Northwest

The aim of this study was to describe the etiology and abundance of cattle gastrointestinal nematodes (GIN) in different productive systems and ecological regions of Argentina's Northwestern. GIN were recovered from samples collected from necropsies carried out for different diagnostic cases ($n=47$) and from slaughter samples ($n=9$) from the following regions: Chaqueña semi-arid, Chaco serrano, and Temperate valleys of the provinces of Salta, Jujuy, Tucumán and Santiago del Estero. During the 2012-2018 period, from abomasum and intestines samples GIN were recovered and counted. GIN species count differences were processed by non-parametric variance analysis. Recovered NGI and their respective prevalences were *Cooperia pectinata* (73%), *Cooperia punctata* (64%), *Haemonchus placei* (73%), *Trichostrongylus axei* (46%) and *Ostertagia ostertagi* (41%). *Oesophagostomum radiatum* and *Trichuris* spp. were occasionally recovered. Significant differences in *Haemonchus placei* counts ($p < 0.006$), *Cooperia punctata* ($p < 0.0004$), *C. pectinata* ($p < 0.0001$) between calves and adult bovines were evidenced. *Ostertagia ostertagi* burdens recovered from dairy systems were significantly ($p < 0.025$) higher than those found in breeding or fattening systems. Regardless of the ecological regions both *O. ostertagi* and *T. axei* populations were significantly ($p < 0.0001$) more numerous over 1000 m a.s.l., while those of *H. placei* were significantly ($p < 0.02$) higher below 1000 m a.s.l. It is concluded that these five species are those of most productive importance species according to different regions, altitude above sea level and production systems.

Key words: gastrointestinal nematodes, cattle, production systems, ecological regions, Argentina's Northwest

Actualmente, el stock ganadero se elevó en el país a 53.400.000 cabezas¹, incremento dado a partir del aumento observado en Santiago del Estero (6%), Salta (5%) además de Buenos Aires (4%) y La Pampa (4%). Esto demuestra el interés en el NOA por la ganadería tanto de cría a campo como en el engorde a corral. Por otro lado, en Salta y

Tucumán el ganado bovino de leche es importante en cuencas lecheras del Valle de Lerma y de Trancas. Esta vasta región que abarca las provincias de Santiago del Estero, Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca y oeste semiárido de Formosa y Chaco presenta diferentes ecorregiones bajo un clima con el predominio de lluvias estivales que va del subtropical semiárido al este, pasando por valles templados y árido al oeste. Sin embargo, la mayor parte de la producción ganadera (4.656.723 cabezas) se ubica en la región chaqueña semiárida y en la de los valles templados. A pesar de que los sistemas de producción varían desde explotaciones familiares con sistemas de cría extensivos, a otras empresariales semi extensivas con incorporación de insumos, manejo forrajero y asistencia profesional, todos poseen limitantes productivas como aquellas derivadas de la sanidad de sus rodeos.

Dentro de las limitantes sanitarias de importancia encontramos aquellas que producen los nematodos gastrointestinales (NGI), cuyas mermas productivas a nivel mundial y nacional son bien reconocidas²⁻⁴ y que, a nivel regional, aunque existen antecedentes tanto de problemas clínicos como de efectos subclínicos^{5,6}, queda mucho por estudiar sobre epidemiología, efectos productivos y control. Uno de los aspectos relevantes a investigar es la presencia y distribución de las especies de NGI más nocivas para la producción de carne y leche en los diferentes ecosistemas ganaderos del NOA.

A partir de esta falta de información, el presente estudio se plantea como objetivos describir la etiología y abundancia de los principales NGI de importancia económica que parasitan a los vacunos en los diferentes sistemas productivos, categorías bovinas y ecorregiones del noroeste de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre los años 2012 y 2018, comprendiendo la recuperación de NGI de muestras llegadas de diversas ecorregiones principalmente de la provincia de Salta y en menor medida de las provincias de Jujuy, Tucumán y Santiago del Estero (Figura 1). Estas ecorregiones fueron la Chaqueña semiárida, la del Chaco serrano, la de Bosques y pastizal pedemontano, la de los Valles templados y la del Pastizal serrano⁷. En general las precipitaciones de toda la región estudiada se caracterizan por ser estivales y poseer un periodo seco comprendido entre mediados de otoño a mediados de primavera.

Las muestras llegadas del sector este de Salta y en Santiago del Estero correspondieron a la ecorregión del Chaco semiárido, que se caracteriza por ser llana y con precipitaciones que van de 400 a 600 mm anuales, temperaturas medias de entre 15 y 27°C, heladas poco frecuentes y extremos de hasta 48,9°C³. El resto de las ecorregiones ubicadas en Salta, Jujuy y Tucumán se encuentran en la denominada región Norandina y presentan una amplia variabilidad climática debido al relieve montañoso que condiciona fuertemente la distribución geográfica de las lluvias y el clima. Dentro de esta región la de los Valles templados y Pastizal serrano presentan temperaturas medias de entre 11 y 24°C y precipitaciones de entre 500-800 mm, la ecorregión de Chaco serrano es más seca e inestable con lluvias que oscilan entre los 450- 700 mm y temperaturas de entre 13 y 26°C. En los sistemas de Selvas y pastizales pedemontanos, el clima es subtropical con temperaturas medias altas que oscilan entre 18 y 30°C y muy pocas heladas, con precipitaciones que varían entre 800-1200 mm⁷. Para un mejor análisis las ecorregiones se agruparon de acuerdo a sus características en tres: Chaco semiárido (incluyó a la de Bosques y

pastizal pedemontanos), Chaco serrano y Valles templados incluyendo esta al Pastizal serrano.

Teniendo en cuenta la importancia orográfica y de los agrosistemas productivos sobre las formas de vida libre de los NGI, se tomó en cuenta la altitud en metros sobre nivel del mar (m s.n.m.) del lugar de procedencia y la ecorregión, si el sistema ganadero era de cría, de tambo o de engorde a corral y la categoría de bovinos.

Por otro lado, las categorías de bovinos muestreadas fueron divididas en terneros (5 a 13 meses), vacunos de recría (14 a 30 meses) y vacunos adultos (mayores de 30 meses).

Las muestras llegadas (entre 6 a 13 por año) fueron tomadas de bovinos sometidos a necropsia, criados en la región bajo estudio, a partir de casos remitidos al Área de Investigación en Salud Animal del Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIACS) con sede en el INTA Salta (n= 47) y de bovinos sacrificados en frigoríficos regionales (n=9). En 14 casos se pudo contar con el intestino grueso de los animales. Por lo general se pudo obtener de los productores la información relativamente precisa si los bovinos habían sido desparasitados recientemente y en este caso se excluía la muestra de los análisis, es decir que las 56 muestras llegadas representan solo los casos donde no hubo desparasitaciones.

A partir de las muestras del cuajo e intestinos de 56 bovinos se procedió a la recuperación y recuento de NGI adultos e inmaduros según técnica descrita por Suarez⁹. Los NGI fueron descriptos según claves de Douvres¹⁰, Lukovich¹¹ y Ueno y Gutierrez Viviani¹². En aquellos casos con diagnóstico de gastroenteritis verminosa se describen las cargas halladas.

Las diferencias en conteos de las diferentes especies de NGI entre categorías, sistemas y regiones fueron procesadas mediante análisis de varianza no paramétrica (Prueba de Kruskal Wallis) e integradas a la presencia/ausencia de los géneros de NGI recuperados mediante el análisis de correspondencias múltiples,

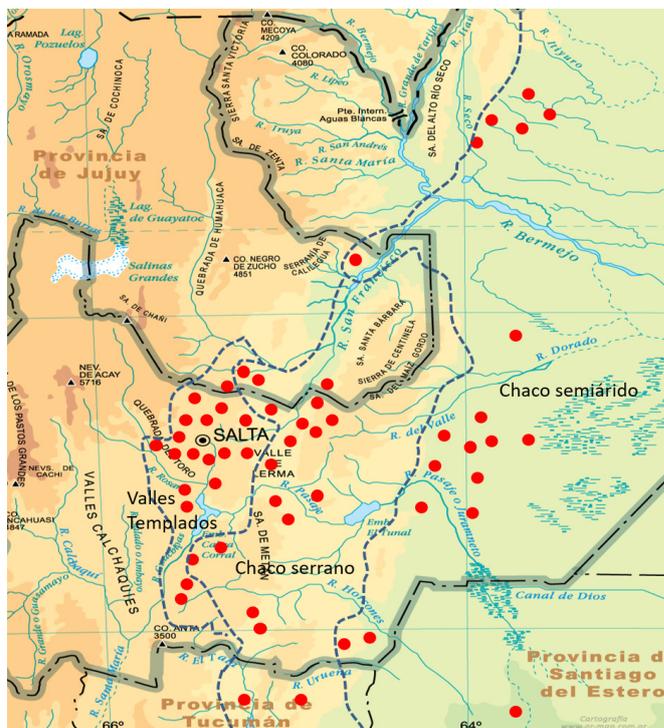


Figura 1: Ubicación y ecorregiones de los rodeos de donde llegaron las muestras de los bovinos necropsiados.

utilizando el programa estadístico InfoStat¹³.

RESULTADOS

Los NGI hallados y sus respectivos porcentajes a partir de la suma total de vermes recuperados y respectivas prevalencias en bovinos adultos (n= 20) y terneros y recría menores de 30 meses (n=36) respectivamente fueron *Cooperia pectinata* (44% y 73%), *Cooperia punctata* (20% y 64%), *Haemonchus placei* (12% y 73%), *Trichostrongylus axei* (10% y 46%), *Ostertagia ostertagi* (14% y 41%). La Tabla 1 resume las medias, desvíos estándar, medianas, valores extremos y cuartiles los NGI recuperados. También

fueron recobrados *Oesophagostomum radiatum* y *Trichuris* sp., pero no fueron incluidos debido a que en 14 casos se pudo contar con el intestino grueso de los animales, aunque en esos casos siempre las cargas recuperadas fueron bajas no superando en el caso del primero los 30 vermes y en el del segundo los 15 vermes.

Se diagnosticaron 6 casos de gastroenteritis verminosa tanto en las regiones de Valles templados, como en la de Chaco serrano y Chaco semiárido, los cuales afectaron a terneros (4), vaquillonas y vacas de cría (1) y a una vaca de tambo en forma secundaria a un cuadro y muerte por leucosis bovina (1); en la Tabla 2 se presentan los NGI recuperados de las necropsias referentes a esos eventos.

Tabla 1: Medias, desvíos estándar (DE), medianas, valores mínimos (Mín) y máximos (Máx) y cuartiles (Q) de los principales nematodos gastrointestinales recuperados de los bovinos durante todo el estudio.

Especies	Media	D.E.	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
<i>Ostertagia ostertagi</i>	1710	3859	0	16400	0	0	800
<i>Trichostrongylus axei</i>	1199	2706	0	15000	25	0	500
<i>Haemonchus placei</i>	1466	3986	0	27350	525	20	1300
<i>Cooperia punctata</i>	2703	5790	0	31800	472	0	1980
<i>Cooperia pectinata</i>	5902	19277	0	127200	785	10	4600

Tabla 2: Recuperación de los nematodos gastrointestinales de las necropsias de bovinos realizadas en los casos clínicos de gastroenteritis verminosa provenientes de diferentes ecorregiones.

Región Categoría Fecha de necropsia	Chaco serrano		Valles templados		Chaco semiárido	
	ternero jun-12	vaca sep-17	ternero jun-15	vaca jun-14	ternero jul-17	ternero nov-18
<i>Ostertagia ostertagi</i>	9650	650	480	14900	0	0
<i>Trichostrongylus axei</i>	1800	2100	6180	300	0	0
<i>Haemonchus placei</i>	7600	100	1500	4100	27350	2900
<i>Cooperia punctata</i>	4800	3100	16100	100	11486	31800
<i>Cooperia pectinata</i>	11200	970	12720	50	1856	127200
<i>Oesophagostomum radiatum</i>	5	0	0	no	no	no
<i>Trichuris</i> sp.	15	10	10	no	no	no
Total	35070	6930	36990	19450	40692	161900

La Figura 2 muestra los valores medios de los recuentos de los NGI recuperados de terneros (n=28), vacunos de sobreaño (n=8) y vacunos adultos (n=20), observándose diferencias significativas en los recuentos de *Haemonchus* (p<0,006), *Cooperia punctata* (p<0,0004), *C. pectinata* (p<0,0001) y cargas totales (p<0,003) entre terneros y

vacunos adultos.

En cuanto a las diferencias entre los recuentos de NGI provenientes de bovinos explotados en sistemas de cría (n=33), lecheros (n=11) y de engorde a corral (n=12) la Figura 3 muestra los valores medios de las cargas recuperadas. Solo se observaron diferencias en el tambo, donde las

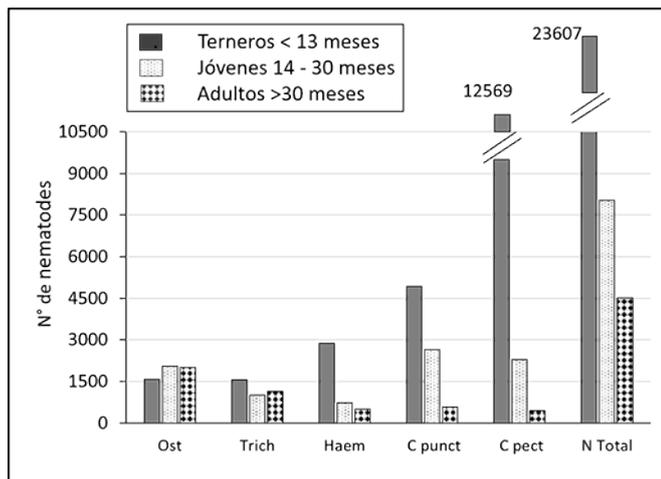


Figura 2: Número medio de nematodos gastrointestinales recuperados de terneros menores de 13 meses (n=28), bovinos jóvenes de entre 14 y 30 meses (n=8) y vacunos adultos (n=20). Ost: *Ostertagia ostertagi*, Trich: *Trichostrongylus axei*, Haem: *Haemonchus placei*, C punct: *Cooperia punctata*, C pect: *C. pectinata*.

cargas de *Ostertagia ostertagi* fueron significativamente ($p < 0,025$) más altas que las halladas en cría o en engorde a corral.

Al analizar las cargas de vermes recuperadas de las diferentes regiones productivas (Figura 4) de Chaco semiárido (n=19), Chaco serrano (n=19) y Valles templados (n=18), no se hallaron diferencias entre las cargas del género *Cooperia*; en cuanto a *Ostertagia ostertagi* los conteos fueron significativamente ($p < 0,0001$) más altos en los Valles templados mientras que para *Trichostrongylus axei* las cargas de los Valles y del Chaco serrano fueron más elevadas ($p < 0,006$) que en la región del Chaco semiárido. En esta última región se hallaron las cargas de *Haemonchus placei* significativamente ($p < 0,007$) más elevadas.

La Figura 5 señala las medidas de resumen de las cargas de vermes recuperadas de los hospedadores ubicados

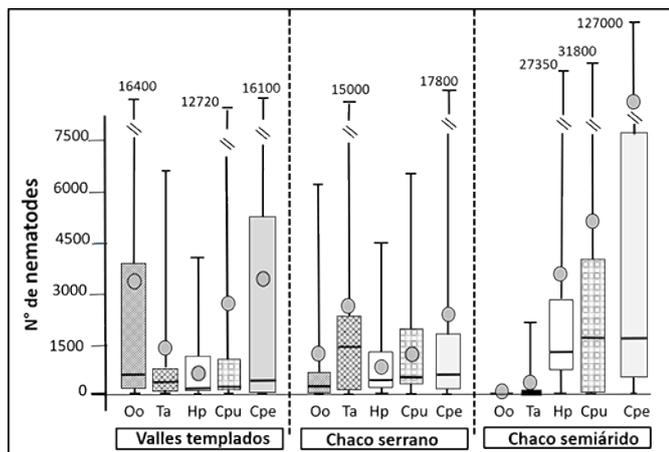


Figura 4: Mediana, cuartiles, valores extremos y número medio (círculo) de los nematodos recuperados de vacunos criados en diferentes regiones productivas (Chaco semiárido (n=19), Chaco serrano (n=19), Valles templados (n=18) del NOA. Oo: *Ostertagia ostertagi*; Ta: *Trichostrongylus axei*; Hp: *Haemonchus placei*; Cpu: *Cooperia punctata*; Cpe: *Cooperia pectinata*.

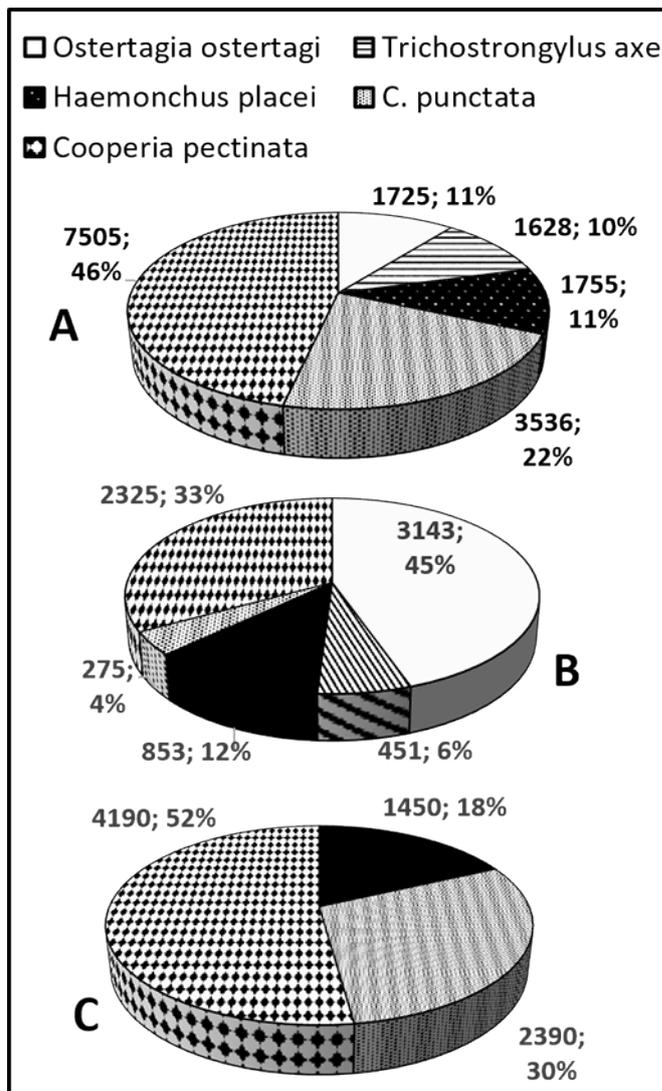


Figura 3: Número medio y porcentaje de las especies de nematodos recuperadas de los vacunos de diferentes sistemas (A: Cría (n=33); B: Tambo (n=11); C: Engorde a corral (n=12)).

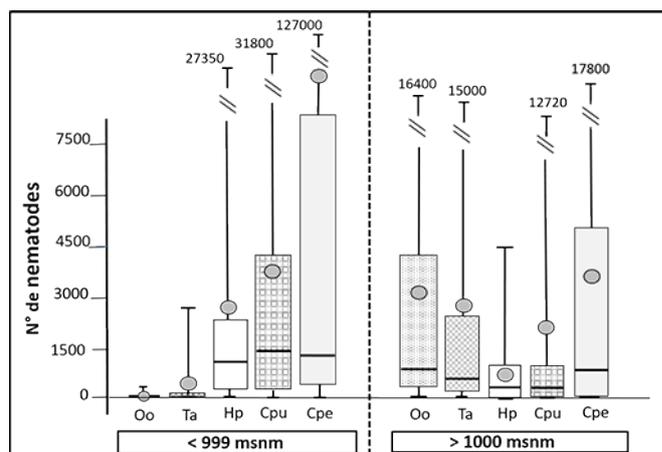


Figura 5: Mediana, cuartiles, valores extremos y número medio (círculo) de los nematodos recuperados de los vacunos manejados en sistemas productivos por sobre (n=26) y por debajo (n=30) de los 1000 m sobre el nivel del mar (msnm). Oo: *Ostertagia ostertagi*; Ta: *Trichostrongylus axei*; Hp: *Haemonchus placei*; Cpu: *Cooperia punctata*; Cpe: *Cooperia pectinata*

por sobre (n=26) y debajo (n=30) de los 1000 m s.n.m. Tanto las poblaciones de *Ostertagia ostertagi* como de *Trichostrongylus axei* fueron significativamente ($p < 0,0001$) más numerosas por sobre los 1000 m s.n.m., mientras que las de *Haemonchus placei* lo fueron ($p < 0,02$) por debajo de los 1000 m s.n.m.

La distribución espacial de la presencia o ausencia de los géneros de nematodos recuperados según la región, la estación, la altitud (m s.n.m.) y la categoría de los bovinos,

DISCUSIÓN

Estos resultados muestran el predominio de *Cooperia pectinata*, *C. punctata* y *Haemonchus placei* y en menor medida a *Ostertagia ostertagi* y *Trichostrongylus axei*, como especies de importancia económica por su abundancia en las regiones estudiadas. Estudios previos de Le Riche y col.¹⁴ describen la presencia de estas especies a excepción de *C. punctata*, registrada por primera vez en la región por Suarez y col.¹⁵. También, los casos de gastroenteritis registrados avalan estos resultados (Tabla 2) al igual que los estudios epidemiológicos previos^{15,16}, además de evidenciar el peso que tienen como limitantes en la producción bovina que tienen los NGI descriptos. También los presentes resultados están en concordancia con los hallados en el estado de Minas Gerais, Brasil por Lima¹⁷ y Bianchin y col.¹⁸, donde con un régimen de lluvias similar al de la región estudiada aquí pero con precipitaciones mayores, los géneros de *Cooperia* (*C. punctata*, *C. spatulata*, *C. pectinata*) fueron los predominantes con un (>74%) del total de los NGI recuperados en necropsias, seguido por las especies *Haemonchus similis* y *H. placei*. Se debe aclarar que *C. spatulata* también fue hallada en el presente estudio, pero no se incluyó como especie por ser un polimorfismo de *C. punctata*¹⁹ como los hallados dentro del género *Ostertagia*, donde *O. ostertagi* y *O. lyrata* son polimorfismos de una misma especie²⁰. A diferencia de lo observado en Brasil¹⁷, no se halló *H. similis* probablemente por tratarse nuestra área de estudio una región de menores precipitaciones anuales.

De acuerdo a como era previsible las cargas de los terneros de hasta 13 meses de edad fueron las más elevadas, demostrando la reconocida susceptibilidad de esta categoría en la cual todavía no se ha adquirido una sólida inmunidad debido a que es necesario un prolongado período de exposición a los NGI para adquirirla²¹⁻²³.

En cuanto a las cargas de NGI recuperadas de los diferentes sistemas productivos, es de hacer notar que los mayores recuentos del género *Ostertagia* mayormente se recuperaron en el sistema tambo y esto podría deberse a dos factores, en principio estos se encuentran localizados en una ecorregión templada del Valle de Lerma, ubicada por sobre los 1000 m s.n.m. y que el mayor número de necropsias se llevó a cabo en vacas adultas, donde la carga del género *Cooperia* es menor debido a la mayor respuesta inmune de las categorías bovinas adultas frente a este género, a diferencia de *Ostertagia*, que elude más eficazmente las defensas del hospedador²⁴⁻²⁶. Inversamente, en los bovinos sujetos a engorde a corral predominó el género *Cooperia* y en menor medida *Haemonchus* (Figura 3), probablemente debido a que el uso masivo de las avermectinas y la presencia de resistencia antihelmíntica de estos géneros de NGI en las regiones de procedencia y acopio de terneros.

En la región Chaqueña semiárida, principal área de cría bovina, la mayor presencia de *Haemonchus* respecto a las otras regiones se vería favorecida por el clima más cálido y casi sin heladas. Inversamente, este aspecto climático perjudicaría el desarrollo de las formas de

que explica en un 48,7% de la variabilidad observada, se muestra en la Figura 6. En esta Figura que representa el análisis de todos los datos en conjunto se observa claramente que la presencia de los géneros *Ostertagia* y *Trichostrongylus* se agrupan por sobre los 1000 m s.n.m. y que su ausencia se agrupa por debajo de esa altitud. La presencia de las especies del género *Cooperia* y *Haemonchus* se asocia a la categoría terneros.

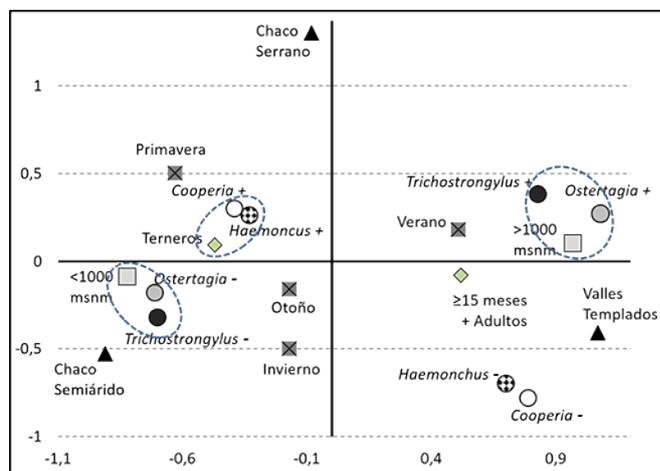


Figura 6: Distribución espacial de los géneros de nematodos gastrointestinales según la región, la estación, la altitud (msnm) y la categoría de los bovinos de donde fueron recuperados según la frecuencia de su presencia: + o su ausencia: -.

vida libre de los géneros *Ostertagia* y *Trichostrongylus*, que si fueron recuperados preferentemente en la región de Valles templados y Pastizal serrano o en menor medida en el Chaco serrano, acordando con estudios previos²⁷. Los géneros de *Cooperia* debido a su mejor tolerancia climática predominaron sin diferencias en las tres regiones estudiadas.

Al separar la presencia de las especies de acuerdo a la altitud, se observa como los géneros *Ostertagia* y *Trichostrongylus* se recuperan de los bovinos criados y necropsiados por sobre los 1000 m s.n.m. Esta cifra elegida arbitrariamente representa aquella altitud alrededor de la cual el clima se torna templado con heladas entre fines de mayo y principios de septiembre y que a medida que la altitud aumenta el clima va tornándose algo más frío y húmedo, con características de temperaturas similares a la de la llanura pampeana. Los estudios en esta región central de la Argentina muestran como el clima otoño invernal favorecen a *Ostertagia* y *Trichostrongylus*²⁸⁻³⁰. Al descender desde los 1000 m s.n.m. hacia los 700-400 m s.n.m., altura a la que se sitúa la región donde se ubican la región del Chaco semiárido y parte del Chaco serrano y en donde las heladas son cada vez menos frecuentes, la presencia de estos géneros no pudo ser detectada en los bovinos necropsiados. Probablemente, a esta altitud las altas temperaturas sumadas al período seco invierno-primaveral no favorecerían el desarrollo de *Ostertagia* y de *Trichostrongylus*^{31,32}.

A pesar de que 56 muestras no son representativas de una región tan amplia y variada en cuanto a ecorregiones, sistemas productivos, categorías bovinas y años climatológicamente diferentes, arrojan una tendencia sobre que especies de NGI prevalecen en los rodeos del noroeste argentino. *Cooperia punctata*, *Cooperia pectinata*

y *Haemonchus placei*, sumados en las regiones elevadas de clima templado a *Ostertagia ostertagi* y *Trichostrongylus axei*, fueron las especies que debido a su elevada prevalencia y abundancia y a los casos clínicos registrados, representarían una limitante de importancia productiva para el ganado bovino de acuerdo a las diferentes regiones, altitudes y sistemas productivos estudiados.

Estos resultados ameritan la continuidad de

investigaciones sobre la ecología y epidemiología de los NGI necesarias para elaborar estrategias de control sustentable apropiadas a los diferentes sistemas bovinos de producción.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

REFERENCIAS

1. SENASA 2017. Dirección de Control de Gestión y Programas Especiales.
2. Fiel C, Steffan P, Entrocasso C. Epidemiología e impacto productivo de nematodos en la Pampa Húmeda. (Cap. 2). En: Fiel C, Nari A (eds.). Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control. Editorial Hemisferio Sur 2013; pp. 29-58.
3. Suarez VH, Rossanigo CE, Descarga C. Epidemiología e impacto productivo de nematodos en la Pampa Central de Argentina. (Cap. 3). En: Fiel C, Nari A (eds.). Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control. Editorial Hemisferio Sur 2013; pp. 59-88.
4. Charlier J, van der Voort M, Kenyon F, Skuce P, Vercruyse, J. Chasing helminths and their economic impact on farmed ruminants. Trends Parasitol. 2014; 30 7: 361-367.
5. Micheloud JF, Cafrune MM, Cseh S, Aguirre DH, Suarez VH. Mortandad por gastroenteritis verminosa en bovinos adultos de cría de la región del Pastizal Serrano, Salta. Rev Med Vet (Bs. As.) 2014; 95, 2: 22-26.
6. Suarez VH, Martínez GM, Micheloud JF. Nematode infection on beef cattle in two different productive regions of Argentina's Northwest. Dairy and Vet Sci J 2017; 3: 555608.
7. Bianchi AR y Bravo GC. Ecorregiones Norandinas. Descripción, subregiones, agroecosistemas, sistemas productivos y cartografía regional. Ed. INTA, Salta 2008; 58 p.
8. Barbera M y Chávez D. Sistemas de producción del chaco semiárido con ganadería y forestales. Proyecto Regional, Conocimiento e información socioeconómica y de mercado para el apoyo a la gestión de sistemas productivos de Salta y Jujuy. XLI Reunión Anual de Economía Agraria, San Luis, 2010.
9. Suarez VH. Diagnóstico de las parasitosis internas de los rumiantes en la región de invernada. Técnicas e Interpretación. Bol. Divulgación Técnica (INTA-Anguil) 1997; 56: 50 p.
10. Douvres FW. Key to identification and differentiation of the immature parasitic stages of gastrointestinal nematodes of cattle. Am J Vet Res 1957; 18: 81-85.
11. Lukovich R. Identificación de las formas adultas de los nematodos gastrointestinales y pulmonares de los rumiantes en la República Argentina. CICV-INTA Castelar, Argentina 1982; 24 p.
12. Ueno H y Gutierrez Viviani C. Manual para diagnóstico de helmintos de ruminantes. Japan International Cooperation Agency (JICA). Tokio, Japón 1983; 176 p.
13. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina 2008.
14. Le Riche PD, Kühne GI, Dwinger RH. An epidemiological study of helminthiasis in cattle in subtropical Argentina. Trop. Anim Health Prod 1982; 14: 207-215.
15. Suarez VH, Martínez GM, Viñabal AE. Nematodes gastrointestinales en la cría bovina de la región del Chaco serrano del noroeste de Argentina. Revista FAVE - Sección Ciencias Veterinarias 2017; 16: 1-6. <https://doi.org/10.14409/favecv.v16i1.6572>.
16. Suarez VH, Araoz V, Micheloud JF, Viñabal AE. Epidemiología y efectos de los nematodos gastrointestinales en la cría bovina en el Chaco semiárido salteño. Revista FAVE – Sección Ciencias Veterinarias 2018; 17: 18-24; <https://doi.org/10.14409/favecv.v17i1.7222>.
17. Lima WS. Seasonal infection pattern of gastrointestinal nematodes of beef cattle in Minas Gerais State, Brazil. Veterinary Parasitology 1998; 74: 203–214.
18. Bianchin I, Honer MR, Nascimento YA. The epidemiology of helminths in Nellore beef cattle in the cerrados of Brazil. En Epidemiology of bovine nematode parasites in the Americas. 16th World Buiatrics Congress and 6th Latin American Buiatrics Congress, Salvador, Bahia, Brazil 1990.
19. Ramünke S, de Almeida Borges F, von Son-de Fernex E, von Samson-Himmelstjerna G, Krücken J. Molecular marker sequences of cattle *Cooperia* species identify *Cooperia spatulata* as a morphotype of *Cooperia punctata*. PLoS ONE 2018; 13 7: e0200390. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200390>.
20. Suarez VH y Cabaret J. Interbreeding in the sub-family Ostertagiinae (Nematoda) of ruminants. J. Parasitol 1992; 78 (3): 402-405.
21. Gasbarre LC, Leighton EA, Sonstegard T. Role of the bovine immune system and genome in resistance to gastrointestinal nematodes. Vet Parasitol 2001; 98: 51–64.
22. McRae KM, Stear MJ, Good B, Keane OM. The host immune response to gastrointestinal nematode infection in sheep. Parasite Immunol 2001; 37: 605–610.
23. Hendawy SHM. Immunity to gastrointestinal nematodes in ruminants: effector cell mechanisms and cytokines. J Parasit Dis 2018; 42 4 <https://DOI: 10.1007/s12639-018-1023-x>.
24. Klesius PH. Immunity to *Ostertagia ostertagi*. Vet. Parasitol 1988; 27(1-2): 159-167.
25. Ploeger HW, Kloosterman A, Rietveld FW. Acquired immunity against *Cooperia* spp. and *Ostertagia* spp. in calves: effect of level of exposure and timing of the midsummer increase. Vet Parasitol 1995; 58: 61–7.
26. Gasbarre LC. Effects of gastrointestinal nematode infection on the ruminant immune system. Vet Parasitol 1997; 72: 327–343.
27. Suarez VH, Viñabal AE, Bassanetti A, Bianchi MI. Epidemiología y efecto de las parasitosis internas en la cría bovina en la región del pastizal serrano del NOA. Revista RIA 2017; 43: 59-66.
28. Rossanigo CE. Sobrevida de larvas infestantes de nematodos gastrointestinales del bovino en condiciones naturales. Therios 1999; 28: 105-113.
29. Suarez VH. Ecología de los estadios de vida libre de los

- nematodes bovinos durante la contaminación otoño-invernal en la región semiárida pampeana. *Rev Med Vet (Bs. As.)* 2001; 82, 316–323.
30. Fiel CA, Fernandez AS, Rodriguez EM, Fuse LA, Steffan PE. Observations on the free-living stages of cattle gastrointestinal nematodes. *Vet Parasitol* 2012; 187 1-2: 217-226 [https://DOI: 10.1016/j.vetpar.2012.01.011](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.01.011).
 31. Durie PH. Parasitic gastroenteritis of cattle: the distribution and survival of infective strongyle larvae on pasture. *Aust Vet J* 1961; 20: 100–121.
 32. Suarez VH y Lorenzo RL. Ecology of the free living stages of cattle nematodes during summer contamination in Argentina Western Pampas. *Parasite* 2000; 7: 255-261.