

DENSIDAD POBLACIONAL DE *Heterodera trifolii* Goffart EN PRADERAS DE LA ZONA SUR DE CHILE

Laura Böhm S. y Susana González M.

Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Casilla 567 Valdivia, Chile. E-mail lbohm@uach.cl

ABSTRACT

Population density of *Heterodera trifolii* Goffart in Southern Chile pastures.

Key words: *Heterodera trifolii*, nematodes, pastures, white clover.

Presence of *Heterodera trifolii* was surveyed in 18 permanent pastures at the IX and X regions of Chile to evaluate its population. The nematode cysts were extracted with a Fenwick can extraction equipment; later they were processed using a maceration technique to examine its content of eggs and juveniles. Clover cyst nematodes were recorded in all sampled sites, the average number was 47,6 cyst per 100 cc of soil, the predominant form being collapsed and broken cysts. The average number of eggs and juveniles varied between 31 and 320, with at least 50% viable propagules. The naturalized condition of this pest was confirmed considering its wide distribution in permanent pastures of both regions.

RESUMEN

Palabras Claves: *Heterodera trifolii*, nemátodos, praderas, trébol blanco.

La presencia y densidad poblacional de *H. trifolii* se evaluó en un total de 18 praderas permanentes establecidas entre las Regiones IX y X de Chile. Los quistes del nemátodo se extrajeron por el sistema Fenwick, macerándolos posteriormente para registrar su contenido de huevos y juveniles. El nemátodo se encontró presente en todas las praderas con un promedio de 47,6 por 100cc de suelo, predominando en todas ellas los quistes colapsados y rotos. El promedio de huevos y juveniles por quiste varió entre 31 y 320 correspondiendo un 50% o más a propágulos viables. La amplia distribución del nemátodo en las praderas indica que corresponde a una especie naturalizada en la zona sur de Chile.

INTRODUCCION

El nemátodo quiste del trébol, *Heterodera trifolii* Goffart, se encuentra distribuido a nivel mundial, infectando diversas especies vegetales, siendo el trébol blanco (*Trifolium repens* L.) su principal hospedero (Yeates *et al.*, 1977; Sikora y Maas, 1986; Cook *et al.*, 1992; Kimpiski *et al.*, 1993). El efecto más importante del nemátodo en esta última especie vegetal es disminuir la persistencia de las plantas en las praderas, como consecuencia directa de la

reducción en el desarrollo de raíces y estolones (Healy *et al.*, 1973; Plowright, 1985; Böhm *et al.*, 1997), provocando con ello una menor recuperación al corte (Yeates y Prestidge, 1986).

H. trifolii corresponde a una especie endoparásita sedentaria cuyo ciclo de vida se completa en aproximadamente 4-7 semanas, cuando la temperatura alcanza 15-25 ° C. (Mulvey, 1959; Fresard, 1996). El ciclo se inicia cuando los juveniles de segundo estadio emergen de los huevos y penetran a las raíces donde establecen su sitio de alimentación; luego de tres mudas cuticulares sucesivas se forman las

hembras que han adquirido paulatinamente forma alimonada, reteniendo la mayor parte de los huevos en el interior de su cuerpo (Maas y Heijbroek, 1972). La presión de crecimiento del nemátodo rompe la corteza radical asomando su cuerpo al exterior y al morir la hembra su cutícula se endurece y adquiere color café bronceado, transformándose así en un quiste (Mulvey, 1959); éste, que puede contener hasta 500 huevos, se desprende de la raíz y puede permanecer en el suelo por varios años (Yeates y Risk, 1976; Fresard, 1996).

En Chile, Guiñez (1988) encontró quistes de *H. trifolii* en la mayoría de las praderas establecidas en la zona centro y centro – sur,

pero no reporta cifras sobre densidad poblacional. Otras investigaciones realizadas con este nemátodo en el país, demuestran que se reproduce eficientemente en trébol blanco cultivares Huia y Kopu, en trébol rosado “Quiñequeli” y en menor proporción en otras especies vegetales asociadas a praderas (Krausz, 1995; Yañez *et al.* 1999). En base a dichos resultados, se planteó como objetivo para la presente investigación determinar la presencia y densidad poblacional de *Heterodera trifolii* en praderas permanentes establecidas en la IX y X Regiones, evaluando tanto el número de quistes presentes como la cantidad de propágulos viables contenidos en éstos.

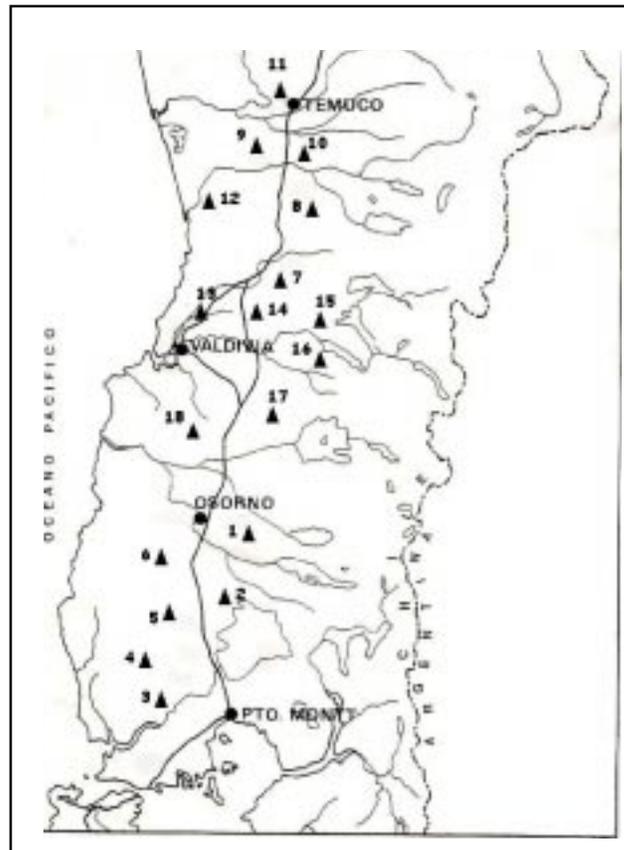


Figura 1. Mapa del área de estudio, mostrando la ubicación de los lugares de Muestreo.

Figure 1. Map of the area studied, showing location of field sampling sites

1, Osorno; 2, Puerto Octay; 3, Nueva Braunau; 4, Fresia; 5, Casma; 6, Purranque; 7, Purulon; 8, Loncoche; 9, Freire; 10, Cunco; 11, Temuco; 12, Teodoro Schmidt; 13, Cayumapu; 14, Máfil; 15, Riñihue; 16, Punahue; 17, Los Lagos; 18, La Unión.

MATERIAL Y METODO

La densidad poblacional de *H. trifolii* se evaluó para un total de 18 praderas distribuidas en la zona comprendida entre Freire (IX Región) y Puerto Varas (X Región) (Figura 1). La elección de la pradera representativa de cada localidad se realizó al azar, entre aquellas que tenían a lo menos cinco años de establecidas y trébol blanco en su composición botánica. Las muestras de suelo se colectaron en otoño (15 de abril al 15 de mayo).

En cada pradera se demarcó una superficie aproximada de 1000m², sobre la cual se tomaron al azar, con una pala recta, 10 submuestras de 20x20x20 cm; éstas se trasladaron identificadas al laboratorio de Nematología de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, para su procesamiento.

Las sub-muestras de cada pradera se homogeneizaron, después de extraer el sector aéreo de las plantas, el que se desechó; las raíces se trozaron y se incluyeron al suelo, constituyéndose de ésta forma en una sola muestra por pradera la que se dejó secar a temperatura ambiente por aproximadamente tres días.

Para la extracción de los quistes se utilizó el método de la Jarra Fenwick (Southey, 1970), procesándose 10 repeticiones por muestra, cada una constituida por 100 cc de suelo seco. La identificación, recuento y separación de los quistes de *H. trifolii* se realizó bajo lupa estereoscópica, clasificándolos, según su apariencia y color en: quistes llenos (café o claros), quistes colapsados y quistes rotos. Como quistes llenos se clasificaron aquellos que se observaban enteros y hinchados, sin mostrar alteraciones aparentes, contabilizándose por

Cuadro 1. Promedio y apariencia de quistes de *H. trifolii* en muestras de suelo obtenidas en praderas de la zona sur de Chile.

Table 1. Mean values of *H. trifolii* cyst number and cyst condition in soil from Southern Chile pastures.

Pradera N°	Número de quistes /100 cc suelo (n=10)				
	Llenos café	Llenos claros	Colapsados	Rotos	Total
1	3,8 ± 1,32	3,0 ± 1,15	28,6 ± 4,53	3,8 ± 1,32	39,2 ± 4,32
2	9,0 ± 1,56	3,2 ± 1,03	18,5 ± 3,47	4,1 ± 1,45	34,8 ± 3,7
3	12,7 ± 2,41	5,7 ± 1,49	36,2 ± 8,18	3,9 ± 1,20	58,5 ± 9,03
4	3,1 ± 1,20	1,4 ± 0,97	8,6 ± 1,3	0,8 ± 0,79	13,9 ± 1,52
5	4,9 ± 2,33	31 ± 1,52	11,4 ± 3,20	3,2 ± 1,99	22,6 ± 4,35
6	7,7 ± 1,70	5,4 ± 1,26	50,4 ± 11,43	5,3 ± 2,00	68,8 ± 12,54
7	6,1 ± 1,52	3,3 ± 1,77	60,3 ± 7,02	10,4 ± 2,46	80,1 ± 6,97
8	2,6 ± 1,51	2,0 ± 1,33	12,9 ± 2,23	1,9 ± 1,37	19,4 ± 3,03
9	10,7 ± 3,47	11,3 ± 1,42	22,7 ± 6,88	4,8 ± 1,40	49,5 ± 7,69
10	5,8 ± 1,23	3,0 ± 1,63	7,8 ± 2,39	1,8 ± 1,40	18,4 ± 3,84
11	3,4 ± 1,35	2,0 ± 1,76	8,6 ± 2,84	0,8 ± 0,79	14,8 ± 3,71
12	5,6 ± 0,79	3,0 ± 1,41	25,7 ± 6,11	7,2 ± 1,99	41,5 ± 5,87
13	7,8 ± 1,32	7,4 ± 2,27	34,6 ± 6,50	6,1 ± 2,02	55,9 ± 6,47
14	7,9 ± 1,79	9,5 ± 1,58	65,6 ± 7,49	9,0 ± 2,11	92,0 ± 9,26
15	1,0 ± 1,05	0,9 ± 0,88	7,7 ± 1,49	1,5 ± 0,97	11,1 ± 1,52
16	8,1 ± 1,29	7,9 ± 1,20	55,3 ± 5,44	8,9 ± 2,42	80,2 ± 5,90
17	4,0 ± 0,82	6,0 ± 1,89	39,9 ± 5,59	6,6 ± 1,51	56,5 ± 5,99
18	9,3 ± 2,11	5,0 ± 1,94	74,0 ± 8,56	10,9 ± 1,79	99,2 ± 8,27

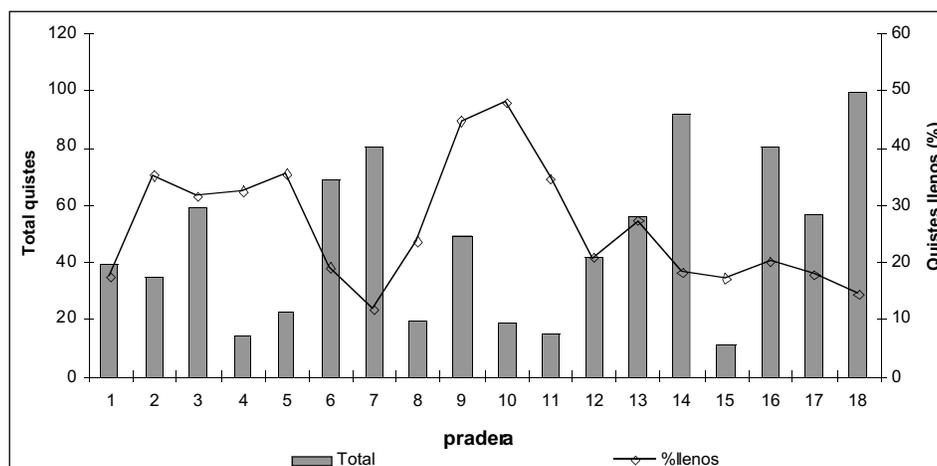


Figura 2. Porcentaje de quistes llenos en relación al número total de quistes de *H. trifolii* obtenidos en 100 cc de suelo, en muestras de 18 praderas de la zona sur de Chile (n=10)

Figure 2. Percentage of empty cysts in relation to total cysts number extracted in 100 cc of soil for 18 pastures from southern Chile.

separado aquellos recién formados, que presentaban color blanco o amarillo claro. Los colapsados correspondían a todos los quistes que se presentaban vacíos o aplastados.

El contenido de huevos y juveniles se evaluó para el total de quistes llenos extraídos de cada repetición. Estos se maceraron, presionándolos con una base de goma, sobre un tamiz de 270 mallas/pulgada dispuesto sobre otro de 500 mallas/pulgadas. Mediante un lavado a presión sobre el primer tamiz se recuperaron los huevos y juveniles en el tamiz más fino y de éste se traspasaron a un vaso de precipitado con una cantidad conocida de agua. La revisión y recuento de ésta suspensión se realizó bajo microscopio, en base a cuatro alícuotas de 0,5cc cada una, registrándose por separado los juveniles (JII), los huevos llenos y los huevos vacíos o cutículas. Tomando en cuenta que los juveniles de segundo estado (JII) eclosionan del huevo dentro del quiste, al comparar el contenido de los quistes se descontó del total de cutículas el número de juveniles registrados en la muestra.

RESULTADOS Y DISCUSION

Heterodera trifolii se encontró presente en la totalidad de las muestras (Cuadro 1) lo que

corroboró lo observado por Guíñez (1988) quien indicaba su amplia distribución en praderas de la zona sur de Chile. Es importante destacar que en países como Nueva Zelanda, Inglaterra, Gales, Canadá y Australia, donde se considera a éste nemátodo un factor limitante en la persistencia de plantas de trébol blanco, su porcentaje de distribución en las praderas no supera un 77 % (Skipp y Christensen, 1983; Cook et al, 1992; Kimpinski *et al*, 1993; McLeish *et al*, 1997).

En las praderas prospectadas, el número total de quistes de *H. trifolii* varió entre 11,1 y 99,2 por 100 cc de suelo (Cuadro 1), valores extremos que se obtuvieron en Riñihue (pradera 15) y La Unión (pradera 18), respectivamente. El promedio general, calculado para las 18 praderas, fue de 47,6 quistes, cifra sobre la cual se encuentra un 50 % de ellas. Este valor es comparativamente superior al promedio de 23 quistes/100 cc de suelo reportado por Yeates (1973) para Nueva Zelanda y por McLeish *et al* (1977) en Australia, donde solamente en una, de 17 localidades muestreadas, registraron 47 quistes/100 cc de suelo. En Holanda, sin embargo, Seinhorst y Sen (1966) encontraron que de 100 praderas prospectadas solo un 20 % contenían más de 32 quistes/100 cc de suelo.

Considerando que los quistes extraídos se

Cuadro 2. Número promedio de huevos y juveniles contenidos en los quistes llenos de *H. trifolii* extraídos de 100 cc de suelo, en muestras de 18 praderas de la IX y X Regiones.*

Table 2. Mean value of eggs and juveniles number inside *H. trifolii* cysts in 100 cc soil, from 18 pastures of the IX and X regions.

Pradera	Juveniles II	Huevos llenos	Cutículas	Total	Propágulos Viables**
1	68 ±0.6	332 ±3.7	264 ±0.5	664 ±43.9	400 ±3.4
2	121 ±6.0	553 ±4.9.5	247 ±0.1	921 ±85.0	67.4 ±55.2
3	132 ±8.6	844 ±7.1.9	585 ±8.5.5	1561 ±117.4	976 ±78.2
4	30 ±1.6	147 ±2.7.8	157 ±1.7.1	334 ±23.8	177 ±20.0
5	38 ±0.1	350 ±6.7.0	163 ±2.3.9	551 ±87.7	388 ±67.7
6	72 ±5.5	223 ±2.7.9	451 ±6.9.3	746 ±52.8	295 ±37.6
7	75 ±1.3.0	331 ±5.9.2	339 ±4.4.0	745 ±91.8	406 ±58.8
8	29 ±5.9	157 ±3.0.6	428 ±5.4.9	614 ±68.0	186 ±31.1
9	871 ±9.6.2	2119 ±2.58.0	3028 ±3.42.2	6018 ±521.2	2990 ±307.8
10	35 ±5.3	160 ±3.4.1	78 ±1.2.2	273 ±26.8	195 ±32.4
11	61 ±6.4	115 ±2.7.9	252 ±4.6.9	468 ±39.0	216 ±25.4
12	65 ±1.7	324 ±4.1.3	400 ±5.5.6	789 ±66.6	389 ±41.8
13	360 ±7.4.3	2544 ±3.45.3	1917 ±4.48.0	4821 ±470.2	2904 ±378.2
14	297 ±3.5.7	1210 ±1.58.9	830 ±1.33.4	2337 ±210.7	1507 ±183.1
15	6 ±3.7	38 ±6.3	177 ±3.6.5	221 ±35.3	44 ±4.1.2
16	144 ±3.3.1	1534 ±1.65.5	1444 ±1.16.3	3122 ±228.8	1678 ±171.1
17	152 ±2.9.7	544 ±7.0.9	540 ±7.7.5	1236 ±132.0	696 ±63.1
18	171 ±5.2.6	2131 ±5.49.3	2207 ±6.24.4	4509 ±956.4	2302 ±561.6

* valores representan el promedio de 10 repeticiones

** incluye huevos enteros y J II

clasificaron según su apariencia en llenos (café y claros), colapsados y rotos, destaca en la Figura 2, que el número total de quistes llenos por muestra fue relativamente bajo, fluctuando entre 1,9 y 22 / 100 cc de suelo. En la mayoría de las muestras, los quistes llenos café fueron más abundantes que los quistes claros. Al respecto, Mulvey (1959), Yeates y Risk (1976), Plowright (1985) y Fresard (1996) coinciden en que los quistes recién formados son menos frecuentes de observar en muestras de suelo, puesto que su cutícula se oscurece rápidamente en dos o tres semanas.

Los quistes colapsados, predominantes numéricamente en todas las praderas, corresponden a aquellos formados una o más temporadas antes y de los cuales han eclosionado la mayor parte o la totalidad de los juveniles II, penetrando rápidamente a las raíces de sus hospederos (Yeates y Risk, 1976; Pyone Pyone *et al.*, 2001). Si se toma en cuenta que el ciclo

biológico de ésta especie tarda entre 25 y 65 días, dependiendo de las condiciones medioambientales (Plowright, 1985; Fresard, 1996), es factible suponer que fueron los juveniles formados en los quistes colapsados los que originaron los quistes llenos obtenidos en las muestras.

En general, el porcentaje de quistes llenos fue mayor cuando la población total de quistes en la muestra era comparativamente menor (Figura 2); estos resultados concuerdan con lo señalado por Krausz (1995) y Pyone-Pyone *et al.* (2001) en el sentido que al existir una infestación más alta del nemátodo en el suelo, la tasa de multiplicación disminuye y con ello el número de quistes que se desarrollan en la temporada.

El contenido total de huevos y juveniles en los quistes llenos, incluyendo las cutículas o huevos vacíos, también fluctuó ampliamente entre las praderas prospectadas (Cuadro 2). Al

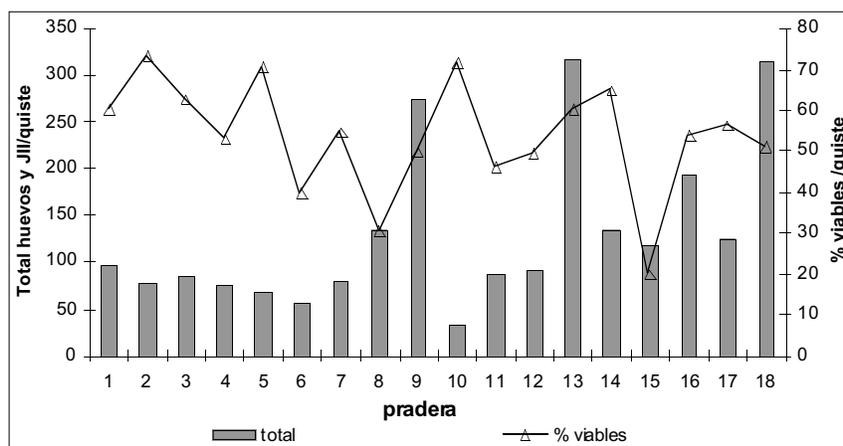


Figura 3. Contenido estimado de huevos y juveniles por quiste de *H. trifolii* en las praderas muestreadas.
Figure 3. Estimated number of eggs and juveniles per *H. trifolii* cysts in the pastures sampled.

respecto, cabe señalar que el recuento de los huevos vacíos se incluyó como una forma de estimar la capacidad de multiplicación de la especie, ya que en *H. trifolii* los juveniles II, que corresponden al estado infectivo del nemátodo, eclosionan rápidamente cuando las condiciones ambientales les son favorables; estas son, en general, temperaturas que varían entre 10 y 25° C (Mulvey, 1959, Fresard 1996) y presencia de agua libre, no requiriendo de exudados radicales, como ocurre con otras especies del género (Maas y Heijbroek, 1972; Wang y Riggs, 1999).

El contenido total de los quistes (Cuadro 2) superó en cinco de las praderas evaluadas (9, 13, 14, 16 y 18, Freire, Cayumapu, Máfil, Punahue y La Unión respectivamente) los 2.000 individuos por 100 cc de suelo, densidad poblacional que Ennik *et al.* (1965), Yeates *et al.* (1977), Cook y Yeates (1993) y Plowright (1985) indican que provoca pérdidas significativas en el rendimiento del trébol blanco "Huia". Sin embargo, ensayos anteriores realizados en Chile, no detectaron daño significativo en plantas del mismo cultivar, mantenidas por 120 días en macetas conteniendo suelo infestado con 1.500–2.500 huevos y juveniles /100cc (Krausz, 1995; Böhm *et al.*, 1997; Yáñez *et al.*, 1999).

En la Figura 3 se aprecia que para la mayoría de las praderas la proporción de propágulos viables por quiste (huevos enteros y J II) fue superior al 50%, mientras que el contenido total estimado de cada quiste varió entre 31 y 320 propágulos totales; estas variaciones en el contenido de huevos y juveniles en los quistes son frecuentes de observar en muestras de praderas naturalmente infestadas con el nemátodo según Ennik *et al.* (1965), McLeish *et al.* (1977), Cook y Yeates (1993), y son atribuidas por Kimpinski *et al.* (1993) y Pyone-Pyone *et al.* (2001) entre otros, a la diferente edad de formación que presentan los quistes extraídos del suelo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el nemátodo quiste del trébol se encuentra endémicamente presente en la zona prospectada, con densidades poblacionales muy variables, alcanzando en algunos sectores valores que podrían llegar a ser críticos para el desarrollo del trébol blanco en las praderas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, mediante el proyecto FONDECYT 1961041.

BIBLIOGRAFIA

- BÖHM, L., KRAUSZ, C.; GONZÁLEZ, S. 1997. Efecto del nemátodo quiste del trébol *Heterodera trifolii* Goffart, en el desarrollo vegetativo de dos cultivares de trébol blanco. *Agro Sur* 25(1) : 24-33.
- COOK, R.; YEATES, G. W. 1993. Nematode Pests of Grassland and Forage Legumes. In: Evans, K., Trudgill, D.L. y Webster, J.M. (eds). *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*. Cambridge, Inglaterra. CAB International. pp: 305-350.
- COOK, R.; MIZEN, K.A.; PLOWRIGHT, R.A.; YORK, P.A. 1992. Observations on the incidence of plant parasitic nematodes in grassland in England and Wales. *Grass and Forage Science* 47 : 274-279.
- ENNIK, G.C., KORT, J.; BUND, C. F. (1965). The clover cyst nematode *Heterodera trifolii* Goffart) as probable cause of death of white clover in a sward. *Journal of the British Grassland Society* . 20 :258-262.
- FRESARD, A. 1996. Desarrollo biológico de *Heterodera trifolii* Goffart en trébol blanco y trébol rosado, bajo dos condiciones de temperatura. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 106p.
- GUIÑEZ, A. 1988. Nemátodos en praderas. In: Ruiz, I. (ed.). *Praderas para Chile*. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). pp:275-283.
- HEALY, W.B.; WIDDOWSON, J.P.; YEATES G.W. 1973. Effect of nematodes on the growth of seedling and established white clover on a yellow-brown loam. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 16 : 70-76.
- KIMPINSKI, J., PLUMAS, G.; Mac DONALD, M.C. 1993. Occurrence of the clover cyst nematode, *Heterodera trifolii*, in Prince Edward Island soils. *Journal of Nematology (Supplement)*. 25 (4S): 876-879.
- KRAUSZ, C. 1995. Comportamiento de ocho poblaciones de *Heterodera trifolii* Goffart en *Trifolium repens* L. y su efecto en el desarrollo vegetativo de las plantas. Tesis Lic. agr. Valdivia, universidad austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 150 p.
- MAAS, P.W.; HEIJBROEK, W. 1972. Biology and pathogenicity of the yellow beet cyst nematode, a host race of *Heterodera trifolii* on sugar beet in the Netherlands. *Nematologica* 28 (1): 77-93.
- McLEISH, L.J.; BERG, G.N.; HINCH, L.; NAMBIAR, L.V.; NORTON, M.R. 1977. Plant parasitic nematodes in with clover and soil from white clover pastures in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 37 : 75-82.
- MULVEY, R. 1959. Investigations on the clover cyst nematode, *Heterodera trifolii* (Nematoda: Heteroderidae). *Nematologica* 4 (2): 147-156.
- PYONE - PYONE, K.; LONG, P.G.; MERCER, C.F. 2001. The population dynamics of *Heterodera trifolii* in a Manawatu pasture. *New Zealand Plant Protection* 54 : 136-140.
- PLOWRIGHT, R. A. 1985. The host-parasite relationships of clover and the clover cyst nematode (*Heterodera trifolii* Goffart). Ph.D. thesis. Aberystwyth, University College of Wales. Welsh Plant Breeding Station. 285p.
- SEINHORST, J.W.; SEN, A. K. 1966. The population density of *Heterodera trifolii* in pastures in the Netherlands and its importance for the growth of white clover. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 72 : 169- 183.
- SIKORA, R.A.; MAAS, P.W. 1986. An analysis of the *Heterodera trifolii* complex and other species in the *schachtii* group attacking legumes. In: Taylor, C.E. and Lamberti, F. (eds). *Cyst Nematodes*. New York, USA. Plenum Press. pp: 293-313.
- SKIPP, R.A.; CHRISTENSEN, M. J. 1983. Invasion of white clover roots by fungi and other soil micro-organisms. IV Survey of root-invading fungi and nematode in some New Zealand pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 26 : 151-155.
- SOUTHEY, J.F. 1970. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. London, England. Ministry of agriculture, Fisheries and Food, Her Majesty's Stationery Office. Technical Bulletin Nº 2. 285 p.
- YÁÑEZ, M.; BÖHM, L.; GONZALEZ, S. 1999. Evaluación de cuatro poblaciones de *Heterodera trifolii* Goffart en leguminosas forrajeras. *Agro Sur* 27: 105-112.
- YEATES, G.W. 1973. Annual cycle of root nematodes on white clover in pasture. I. *Heterodera trifolii* in a yellow-grey earth. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 16 (4) : 569-574.
- YEATES, G.W.; RISK, W.H. 1976. Annual cycle of root nematodes on white clover in pasture. III. *Heterodera trifolii* in a yellow - brown earth . *New Zealand Journal of Agricultural Research* 19 : 393-396.
- YEATES, G.D.; ROSS, D. J.; BRIDGER, B.A.; VISSER, T. A. 1977. Influence of the nematodes *Heterodera trifolii* and *Meloidogyne hapla* on nitrogen fixation by white clover under glasshouse conditions. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 20: 401-403.
- YEATES, G.D.; PRESTIDGE, R.A. 1986. Nematode populations and their effects on herbage production in a volcanic plateau pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 29 : 217-523.