

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Capacidad de *Ditylenchus dipsaci* y *Ditylenchus destructor* para infestar y desarrollarse en seis especies vegetales.

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía.

MAURICIO ARTURO LLANCAVIL URIBE

VALDIVIA-CHILE
2007

PROFESOR PATROCINANTE

Laura Böhm S.
Ing. Agr.

PROFESORES INFORMANTES

Peter Seemann F.
Ing. Agr., Dr .Rer. hort.

Luigi Ciampi P.
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

*Dedicada a mis padres
Arturo y Cecilia
gracias por su amor
incondicional.*

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todas las personas que de alguna forma u otra colaboraron con la realización de este trabajo a mi profesora patrocinante Sra. Laura Böhm gracias por su apoyo y consejos los cuales fueron vitales en los momentos difíciles ..gracias profe por ser como es ..a mis profesores informantes Sr. Peter Seemann y Sr. Luigi Ciampi gracias por sus correcciones y tiempo dedicados a este trabajo.

Al personal del laboratorio de Nematología y Fitopatología Don Ramón y Srta. Hortensia por su desinteresada, ayuda y por convertir el Laboratorio en un lugar abierto y agradable.

A mis padres, abuelita Olga, Cristóbal y José Manuel por amarme y demostrar en todo momento su apoyo sobre todo cuando el camino se hacia difícil este logro es de ustedes

Este momento quisiera compartirlo también con mi familia agradeciendo su apoyo y cariño especialmente de mis queridas tías Cecilia y Dorca de mi tía Rosa Amalia y... por supuesto de mi tío Uri.

A Pato, Marcela, Alex y Naty por su preocupación, gracias por esas palabras de ánimo las cuales fueron muy importantes cuando las necesitaba. A ti Faby gracias por tu amor y comprensión.

Como no agradecer a mis buenos amigos que hice en mi paso por la Universidad Rodrigo Tapia, Mauricio Ortega y Esteban Cárcamo gracias colegas por todo lo que me ayudaron y apoyaron en esta etapa de mi vida.

Siento que quedan aun muchos amigos y amigas por mencionar, cuyos nombres recuerdo, algunos de ellos aunque lejos.... están cercanos, a todos ellos, muchas gracias.

Y por sobre todo agradezco a Dios por su amor y fidelidad que se hace evidente día a día en mi vida.

INDICE DE MATERIAS

Capitulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
2.1	Nemátodos	4
2.1.1	Nemátodos fitoparásitos	5
2.1.2	Ciclo de vida de los nemátodos fitoparásitos	6
2.1.3	Relación nemátodo – hospedero	7
2.1.4	Movimiento en el suelo	7
2.2	Genero <i>Ditylenchus</i>	8
2.3	<i>Ditylenchus destructor</i>	10
2.3.1	Importancia económica	10
2.3.2	Hospederos	11
2.3.3	Distribución geográfica	12
2.3.4	Descripción de <i>D. destructor</i>	12
2.3.5	Biología y ciclo de vida	14
2.3.5.1	Resistencia de <i>D. destructor</i>	15
2.3.5.2	Dispersión de <i>D. destructor</i>	15
2.3.6	Mecanismo de infección de <i>D. destructor</i>	15
2.3.7	Síntomas	16
2.3.8	Control	18
2.4	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	19
2.4.1	Importancia económica	20
2.4.2	Hospederos	20
2.4.3	Distribución geográfica	21
2.4.4	Descripción de <i>D. dipsaci</i>	21
2.4.5	Biología y ciclo de vida	22
2.4.5.1	Resistencia de <i>D. dipsaci</i>	24
2.4.5.2	Dispersión de <i>D. dipsaci</i>	25

2.4.6	Mecanismo de infección de <i>D. dipsaci</i>	25
2.4.7	Síntomas	26
2.4.8	Razas en <i>D. dipsaci</i>	27
2.4.9	Control	27
3	MATERIAL Y MÉTODO	29
3.1	Material	29
3.1.1	Ubicación del ensayo	29
3.1.2	Sustrato	29
3.1.2.1	Análisis del sustrato	29
3.1.3	Especies vegetales	30
3.1.4	Material fungible	30
3.1.5	Equipos	30
3.2	Método	30
3.2.1	Lavado y desinfección	30
3.2.2	Preparación de los sustratos	30
3.2.3	Preparación de la semillas	31
3.2.3.1	Análisis nematológico	31
3.2.3.2	Porcentaje de germinación	32
3.2.4	Siembra	32
3.2.5	Mantenimiento de las plantas	32
3.2.6	Registro de temperatura	32
3.2.7	Duración del ensayo	32
3.3	Evaluaciones	32
3.3.1	Evaluaciones de la emergencia	33
3.3.2	Evaluaciones de los parámetros planta	33
3.3.3	Evaluaciones nematológicas	33
3.3.4	Evaluaciones de los sustratos	34
3.4	Método del embudo de Baermann modificado	34
3.5	Diseño experimental	35
3.6	Análisis de los datos	35
4	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	36
4.1	Emergencia de plantas	36

4.2	Efecto de la infestación de <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en el suelo sobre el desarrollo de las plantas	37
4.2.1	Altura de plantas a los 45 días de siembra	37
4.2.2	Número de hojas a los 45 días de siembra	38
4.2.3	Peso fresco aéreo a los 45 días de siembra	38
4.2.4	Longitud radical a los 45 días de siembra	39
4.2.5	Peso fresco radical a los 45 días de siembra	40
4.2.6	Altura de plantas a los 90 días de siembra	41
4.2.7	Número de hojas a los 90 días de siembra	41
4.2.8	Peso fresco aéreo a los 90 días de siembra	42
4.2.9	Longitud radical a los 90 días de siembra	43
4.2.10	Peso fresco radical a los 90 días de siembra	44
4.3	Síntomas observados en las plantas	45
4.4	Nivel de infestación de <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i>	47
4.4.1	Número de <i>D. dipsaci</i> por maceta a los 45 y 90 días	47
4.4.2	Número de <i>D. destructor</i> por maceta a los 45 y 90 días	48
4.4.3	Nivel de infestación de <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en el tejido vegetal	49
4.4.3.1	Número y distribución de <i>D. dipsaci</i> por planta a los 45 y 90 días de siembra	49
4.4.3.2	Distribución de <i>D. dipsaci</i> en la planta a los 45 días de siembra	50
4.3.3.3	Distribución de <i>D. dipsaci</i> en la planta a los 90 días de siembra	51
4.3.3.4	Número de <i>D. destructor</i> por planta a los 45 y 90 días de siembra	52
4.3.3.5	Distribución de <i>D. destructor</i> en la planta a los 45 días de siembra	52
4.3.3.6	Distribución de <i>D. destructor</i> en la planta a los 90 días de siembra	53
5	DISCUSIÓN	55
6	CONCLUSIONES	69
7	RESUMEN	71

	SUMMARY	73
8	BIBLIOGRAFIA	75
	ANEXOS	86

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Posición taxonómica del genero <i>Ditylenchus</i>	8
2	Nemátodos cuarentenarios de mayor importancia regulados por 20 o más países	9
3	Caracteres diferenciales entre <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i>	9
4	Porcentaje de germinación en cámara de las especies utilizadas en el ensayo	32
5	Tratamientos del ensayo	35
6	Emergencia (%) a los 25 días desde siembra en seis especies vegetales sembradas en suelo infesta con <i>D. dipsaci</i> o <i>D. destructor</i>	37
7	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en la altura (cm) de seis especies vegetales ,45 días desde siembra.	38
8	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en el número de hojas de seis especies vegetales, 45 días desde siembra	38
9	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en peso fresco (g) aéreo de seis especies vegetales, 45 días desde siembra	39
10	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en la longitud radical (cm) de seis especies vegetales, 45 días desde siembra	40
11	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en el peso fresco (g) radical de seis especies vegetales, 45 días desde siembra	40
12	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en la altura (cm) de seis especies vegetales ,90 días desde siembra.	41
13	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D.</i>	

	<i>destructor</i> en el número de hojas de seis especies vegetales, 90 días desde siembra	42
14	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en peso fresco (g) aéreo de seis especies vegetales, 90 días desde siembra	43
15	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en la longitud radical (cm) de seis especies vegetales, 90 días desde siembra	44
16	Efecto en sustratos infestados con <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> en el peso fresco (g) radical de seis especies vegetales, 90 días desde siembra	45
17	Número de <i>D. dipsaci</i> por maceta a los 45 días y 90 días desde siembra	48
18	Número de <i>D. destructor</i> por maceta a los 45 días y 90 días desde siembra	49
19	Número de <i>D. dipsaci</i> extraídos desde plantas a los 45 y 90 días de siembra	50
20	Número de <i>D. destructor</i> extraídos desde plantas a los 45 y 90 días de siembra	52
21	Efecto de <i>D. dipsaci</i> sobre los parámetros de desarrollo de las plantas a los 45 y 90 días de siembra	61
22	Efecto de <i>D. destructor</i> sobre los parámetros de desarrollo de las plantas a los 45 y 90 días de siembra	63
23	Presencia en los tejidos de las plantas de <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i> durante el ensayo	67

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ciclo biológico del nemátodo del bulbo y del tallo de <i>D. dipsaci</i>	23
2	Efecto de la infestación del suelo con dos especies de <i>Ditylenchus</i> en la emergencia (%) de seis especies vegetales	36
3	Plantas de ballica desarrolladas sobre suelo infestado con <i>D. dipsaci</i> , <i>D. destructor</i> y en suelo testigo	46
4	Deformación y clorosis de hoja de avena desarrollada sobre suelo infestado con <i>D. dipsaci</i> (T1)	46
5	Número total de individuos <i>D. dipsaci</i> recuperados a los 45 y 90 días desde siembra por maceta (planta y suelo)	47
6	Número total de individuos <i>D. destructor</i> recuperados a los 45 y 90 días desde siembra por maceta (planta y suelo)	48
7	Distribución porcentual de <i>D. dipsaci</i> en la planta a los 45 días desde siembra	51
8	Distribución porcentual de <i>D. dipsaci</i> en la planta a los 90 días desde siembra	51
9	Distribución porcentual de <i>D. destructor</i> en la planta a los 45 días desde siembra	53
10	Distribución porcentual de <i>D. destructor</i> en la planta a los 90 días desde siembra	53
11	Hojas de acelga mostrando síntomas atribuibles a <i>D. dipsaci</i> y <i>D. destructor</i>	64
12	Desarrollo de plantas de trigo en: testigo (T0), <i>D. dipsaci</i> (T1) y <i>D. destructor</i> (T2)	66

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Análisis de varianza de altura de plantas de acelga 45 días desde la siembra	87
2	Análisis de varianza para número de hojas en plantas de acelga 45 días desde la siembra	87
3	Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de acelga 45 días desde la siembra	87
4	Análisis de varianza para peso radical en plantas de acelga 45 días desde la siembra	87
5	Análisis de varianza para largo radical en plantas de acelga 45 días desde la siembra	87
6	Análisis de varianza de altura de plantas de acelga 90 días desde la siembra	88
7	Análisis de varianza para número de hojas en plantas de acelga 90 días desde la siembra	88
8	Análisis de varianza para cosr (peso aéreo) en plantas de acelga 90 días desde la siembra	88
9	Análisis de varianza para peso radical en plantas de acelga 90 días desde la siembra	88
10	Análisis de varianza para largo radical en plantas de acelga 90 días desde la siembra	88
11	Análisis de varianza de cosr (altura) de plantas de avena 45 días desde la siembra	89
12	Análisis de varianza para número de hojas en plantas de avena 45 días desde la siembra	89

13	Análisis de varianza para cosr (peso aéreo + 1,5) en plantas de avena 45 días desde la siembra	89
14	Análisis de varianza para peso radical en plantas de avena 45 días desde la siembra	89
15	Análisis de varianza para largo radical en plantas de avena 45 días desde la siembra	89
16	Análisis de varianza de altura de plantas de avena 90 días desde la siembra	90
17	Análisis de varianza para número de hojas en plantas de avena 90 días desde la siembra	90
18	Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de avena 90 días desde la siembra	90
19	Análisis de varianza para peso radical en plantas de avena 90 días desde la siembra	90
20	Análisis de varianza para cosr (largo radical) en plantas de avena 90 días desde la siembra	90
21	Análisis de varianza de altura de plantas de ballica 45 días desde la siembra	91
22	Análisis de varianza para número de hojas en plantas de ballica 45 días desde la siembra	91
23	Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de ballica 45 días desde la siembra	91
24	Análisis de varianza para peso radical en plantas de ballica 45 días desde la siembra	91
25	Análisis de varianza para log (largo radical) en plantas de ballica 45 días desde la siembra	91
26	Análisis de varianza de altura de plantas de ballica 90 días desde la siembra	92
27	Análisis de varianza para número de hojas en plantas de ballica 90 días desde la siembra	92
28	Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de ballica 90 días desde la siembra	92

29	Análisis de varianza para peso radical en plantas de ballica 90 días desde la siembra	92
30	Análisis de varianza para largo radical en plantas de ballica 90 días desde la siembra	92
31	Análisis de varianza de log (altura) de plantas de chenopodium 45 días desde la siembra	93
32	Análisis de varianza para número de hojas en plantas de chenopodium 45 días desde la siembra	93
33	Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de chenopodium 45 días desde la siembra	93
34	Análisis de varianza para peso radical en plantas de chenopodium 45 días desde la siembra	93
35	Análisis de varianza para log (largo radical) en plantas de chenopodium 45 días desde la siembra	93
36	Análisis de varianza de altura de plantas de chenopodium 90 días desde la siembra	93
37	Análisis de varianza para número de hojas en plantas de chenopodium 90 días desde la siembra	94
38	Análisis de varianza para log (peso aéreo) en plantas de chenopodium 90 días desde la siembra	94
39	Análisis de varianza para peso radical en plantas de chenopodium blanco 90 días desde la siembra	94
40	Análisis de varianza para largo radical en plantas de trébol blanco 90 días desde la siembra	94
41	Análisis de varianza altura en plantas de lupino 45 días desde la siembra	95
42	Análisis de varianza número de hojas en plantas de lupino 45 días desde la siembra	95
43	Análisis de varianza peso aéreo en plantas de lupino 45 días desde la siembra	95
44	Análisis de varianza peso radical en plantas de lupino 45 días desde la siembra	95

45	Análisis de varianza largo de raíz en plantas de lupino 45 días desde la siembra	95
46	Análisis de varianza cosr (altura) en plantas de lupino 90 días desde la siembra	96
47	Análisis de varianza número de hojas en plantas de lupino 90 días desde la siembra	96
48	Análisis de varianza cosr (peso aéreo) en plantas de lupino 90 días desde la siembra	96
49	Análisis de varianza peso radical en plantas de lupino 90 días desde la siembra	96
50	Análisis de varianza log (largo de raíz) en plantas de lupino 90 días desde la siembra	96
51	Análisis de varianza altura en plantas de trigo 45 días desde la siembra	97
52	Análisis de varianza número de hojas en plantas de trigo 45 días desde la siembra	97
53	Análisis de varianza peso aéreo en plantas de trigo 45 días desde la siembra	97
54	Análisis de varianza peso radical en plantas de trigo 45 días desde la siembra	97
55	Análisis de varianza sqrt (largo de raíz) en plantas de trigo 45 días desde la siembra	97
56	Análisis de varianza altura en plantas de trigo 90 días desde la siembra	98
57	Análisis de varianza número de hojas en plantas de trigo 90 días desde la siembra	98
58	Análisis de varianza log (peso aéreo) en plantas de trigo 90 días desde la siembra	98
59	Análisis de varianza 1/(peso radical) en plantas de trigo a los 90 días desde la siembra	98
60	Análisis de varianza largo de raíz en plantas de trigo 90 días desde la siembra	98

61	Análisis de varianza del promedio del numero de individuos <i>D. dipsaci</i> por planta en seis especies vegetales a 45 días desde la siembra	99
62	Análisis de varianza del promedio del LOG (numero de individuos <i>D. dipsaci</i> por planta) en seis especies vegetales a 90 días desde la siembra	99
63	Análisis de varianza del promedio del LOG(numero de individuos <i>D. destructor</i> por planta) en seis especies vegetales a 45 días desde la siembra	99
64	Análisis de varianza del promedio del numero de individuos <i>D. destructor</i> por planta en seis especies vegetales a 90 días desde la siembra	99
65	Análisis químico de los substratos utilizados en el ensayo	100
66	Registro de temperaturas diarias máxima y mínima durante el ensayo	101
67	Distribución geográfica de <i>D. destructor</i>	104
68	Distribución geográfica de <i>D. dipsaci</i>	104
69	Número de plantas emergidas transcurridos 25 días desde siembra en seis especies vegetales	105
70	Porcentaje de emergencia de <i>D. dipsaci</i> a los: 6, 9, 12, 15, 25 días de siembra en seis especies vegetales	105
71	Porcentaje de emergencia de <i>D. destructor</i> a los: 6,9,12,15,25 días de siembra en seis especies vegetales	105
72	Porcentaje de emergencia testigo a los: 6, 9, 12, 15, 25 días de siembra en seis especies vegetales	106

1 INTRODUCCION

Los cultivos agrícolas siempre han sido afectados por plagas y enfermedades provocadas por diversos agentes patógenos, tales como: bacterias, hongos y virus, a los cuales hay que agregar los nemátodos fitoparásitos.

Estos últimos organismos están ampliamente distribuidos en suelos naturales y cultivados de todas las regiones del mundo. De hecho, cualquier planta cultivada puede sufrir un daño importante en su crecimiento cuando se presentan elevadas densidades de población de nemátodos fitoparásitos en el suelo y/o raíces. Chile no escapa a ello, presentándose una diversidad de especies fitopatógenas capaces de provocar daño en la mayoría de los cultivos agrícolas desde la I Región hasta la X Región.

Entre las principales especies de nemátodos causantes de pérdidas económicas en los cultivos del país se encuentran: *Globodera rostochiensis* (Wollenweber 1923) Behrens, 1975, *Globodera pallida* (Stone 1973) Behrens 1975, *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White 1919) Chitwood 1949, *Meloidogyne hapla* (Chitwood 1949), *Xiphinema spp* (Cobb 1913) y *Ditylenchus dipsaci* (Kühn 1857) Filipjev 1936. Esta última especie se encuentra ampliamente distribuida a lo largo del territorio nacional, afectando principalmente plantas de bulbo y es una de las causas de la reducción en el rendimiento de los cultivos de ajo y cebolla, desarrollándose a la vez muy bien en alfalfa y trébol rosado.

Si bien, dentro del género *Ditylenchus*, la especie *D. dipsaci* es la más conocida, no es menor el daño causado por *D. destructor* (Thorne 1945). Esta última especie no estuvo presente hasta hace poco años en Chile debido en gran parte al aislamiento geográfico del país. Su presencia fue detectada en el año 1994 por el Servicio Agrícola y Ganadero y desde entonces ha sido reportado en distintas regiones del país en cultivos hortícolas, flores de bulbo y principalmente en tubérculos de papa,

siendo actualmente clasificada como una especie “cuarentenaria presente”. Considerando la existencia de ambos nemátodos en Chile es necesario tomar medidas para disminuir y evitar su dispersión como también establecer medidas de control en cultivos susceptibles

Un paso importante para establecer medidas de control, es conocer la respuesta de diferentes especies vegetales a la infestación de estos nemátodos fitoparásitos, lo que facilita la aplicación de programas de rotación de cultivos. Al respecto, *D. dipsaci* es conocido por el amplio rango de especies vegetales hospederas que presenta, muchas de ellas comunes entre las distintas razas de este nemátodo. Sin embargo, para el caso de *D. destructor* la información existente es más limitada y básicamente en relación a su capacidad de infestación en papa y maní, debido probablemente a su menor distribución a nivel mundial.

El hecho de encontrar en la zona sur de Chile infestaciones de *D. destructor* en especies hortícolas hacen suponer que este nemátodo puede también parasitar un amplio rango de hospederos; así se plantea como hipótesis de este ensayo que cuando el nivel de infestación de un suelo es alto tanto *D. dipsaci* como *D. destructor* son capaces de infestar y multiplicarse en acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla L), avena (*Avena sativa* L.), ballica (*Lolium perenne* L.), quinguilla (*Chenopodium album* L.), lupino (*Lupinus albus* L.) y trigo (*Triticum aestivum* L.).

El objetivo general planteado para el presente ensayo fue establecer el rango de hospederos para *D. dipsaci* y *D. destructor* entre seis especies vegetales comúnmente cultivadas en el sur de Chile desarrolladas sobre un suelo naturalmente infestado.

Como objetivos específicos se plantean:

Determinar la capacidad de *D. dipsaci* y *D. destructor* para infestar y desarrollarse en acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla L), avena (*Avena sativa* L), ballica (*Lolium perenne* L), Quinguilla (*Chenopodium album* L.), lupino (*Lupinus albus* L) y trigo (*Triticum aestivum* L).

Evaluar si la infestación de ambos nemátodos en el suelo afecta la emergencia de las especies evaluadas.

Establecer la distribución de *D. dipsaci* y *D. destructor* en los tejidos vegetales infestados.

Evaluar el efecto del parasitismo de *D. dipsaci* y *D. destructor* en las especies vegetales señaladas y describir la sintomatología asociada.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Nemátodos.

La palabra nemátodo viene de “*nematoide*” (como hilo) y alguno de los nombres más comunes que tienen son: gusanos redondos, anguillulas y lombrices; estos son un grupo altamente diferenciado de los invertebrados, que se clasifican como un Phylum separado del reino animal (CASTAÑO y DEL RIO, 1997).

Estructuralmente los nemátodos son organismos simples, característicamente pseudocelomados, cubiertos por una cutícula proteínica. Se diferencian de los platelmintos por la presencia de un ano caudal (que falta en algunas especies) y por la faringe, cuya musculatura procede de las células de la pared y no del mesodermo (HICKMAN *et al.*, 1986). El mismo autor, agrega que estos poseen tres secciones principales, aún cuando no diferenciadas estructuralmente: la cabeza, el cuerpo y la cola .

Según MAGGENTI (1981), los nemátodos son uno de los grupos más abundante de invertebrados, con cerca de 30,000 especies descritas. Aproximadamente, el 50% de estas corresponden a especies marinas, las cuales son muy abundantes en los océanos incluso en zonas muy profundas. Un 15% aproximadamente de las especies conocidas son parásitos de animales invertebrados y vertebrados, donde se incluyen parásitos de animales domésticos, y sólo un 25 % de las especies son de vida libre y de estos cerca del 10% son parásitos de plantas.

SOUTHEY (1970), señala que los nemátodos se encuentran en todo tipo de hábitat incluso en altas montañas y que en las tierras agrícolas abundan especies parásitas de plantas. Algunos nemátodos son cosmopolitas, mientras la distribución de otros es restringida por condiciones geográficas o medioambientales, siendo la distribución de muchas especies influenciada por la actividad del hombre.

2.1.1 Nemátodos fitoparásitos Según SOUTHEY (1978), morfológicamente los nemátodos fitoparásitos son organismos de cuerpo alargado, filiforme, cilíndricos a fusiformes, cuyo tamaño varía entre 0,02 y 5 mm dependiendo del género y la especie. Un aspecto que dificulta su detección es que tienen un cuerpo translúcido lo cual los hace prácticamente invisibles, sobre todo en el suelo (NETSCHER y SIKORA, 1990; MAGUNACELAYA y DAGNINO, 1999).

El cuerpo de los nemátodos fitoparásitos se encuentra completamente recubierto por una cutícula incolora, que a menudo presenta estrías u otros detalles, la cual mudan cuando pasan a través de sus etapas larvarias (DROPKIN, 1980; AGRIOS, 1991; CASTAÑO y DEL RIO, 1997).

Según DROPKIN (1980) y OKA *et al.* (2000) los nemátodos fitoparásitos, se caracterizan por la presencia de un estilete protractil localizado en la cavidad bucal. Este estilete es hueco y a través de él el nemátodo inyecta saliva con enzimas que sirven para digerir y posteriormente absorber el contenido celular del cual se alimenta; este órgano utiliza un sistema de bombeo similar al de una jeringa hipodérmica. Además, poseen mecanismos muy efectivos de acción química, los cuáles les facilitan su función punzante (PERRY y WRIGHT, 1998). SOUTHEY (1978), indica que los nemátodos perciben la presencia de un hospedero por medio de amfidios ubicados alrededor de la abertura bucal y por papilas sensitivas táctiles.

SASSER (1989), señala que muchas veces el daño causado por los nemátodos fitoparásitos pasa desapercibido, debido a que estos organismos se alimentan normalmente del sector radical de las plantas sin causar síntomas directos reconocibles. OKA *et al.* (2000) y PLOWRIGHT *et al.* (2002), sostienen que si bien la mayoría de las plantas parasitadas por nemátodos son atacadas en la zona de las raíces, algunas especies pueden alimentarse de cormos, bulbos, tubérculos, lo cual dificulta y, en algunos casos, incluso interrumpe la captación de agua y nutrientes por la planta.

PLOWRIGHT *et al.* (2002) y APABLAZA (2005), señalan que las plantas infectadas por nemátodos normalmente muestran síntomas parecidos a una nutrición

deficiente y falta de agua lo cual provoca enanismo, clorosis y pérdida de vigor en la planta. Además del daño directo, algunos nemátodos pueden transmitir virus a las plantas; también a través de las lesiones causadas por nemátodos otros patógenos como hongos y bacterias pueden fácilmente invadirlas causando un daño adicional (HOOPER y SOUTHEY, 1978; DROPKIN, 1980). De acuerdo a los autores antes señalados, no hay otro grupo que tenga más incidencia sobre la agricultura, con excepción de los artrópodos.

Según MAGUNACELAYA y DAGNINO (1999), las especies de nemátodos que destacan en Chile especialmente por su amplia dispersión y por el nivel de daño sobre los cultivos son: *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Pratylenchus*, *Tylenchulus*, *Heterodera*, *Globodera* y *Ditylenchus*.

2.1.2 Ciclo de vida de los nemátodos fitoparásitos. Durante el ciclo de desarrollo, en la mayoría de las especies de nemátodos, los individuos de ambos sexos se mantienen como vermes cilíndricos, aún cuando existen especies que presentan dimorfismo sexual (AGRIOS, 1996).

La reproducción de los nemátodos consiste, en general, en la copulación del macho con la hembra y en la consiguiente fertilización del huevo por el espermatozoide del macho; en ausencia o escasez de machos el huevo se desarrolla por partenogénesis, incluso en algunas especies la hembra es hermafrodita (GUIÑEZ, 1996).

El ciclo de vida de la mayoría de los nemátodos fitoparásitos es bastante semejante, desarrollando cuatro etapas larvarias o juveniles, donde después de la última se diferencian como hembras o machos adultos. El ciclo de vida desde huevo a huevo, puede concluir al cabo de tres o cuatro semanas bajo condiciones ambientales óptimas, dependiendo de cada especie (DROPKIN, 1980; AGRIOS, 1991). La hembra ovipone huevos sin diferenciar; luego el huevo unicelular sufre una serie de divisiones que dan origen a la formación de una larva o Juvenil I. En general la primera muda tiene lugar en el huevo y la larva conocida como Juvenil II emerge del huevo. El nemátodo frecuentemente permanece en Juvenil II, hasta que encuentra una fuente de alimento, por lo general la raíz de una planta viva; después de iniciada su actividad

atraviesa por otras tres mudas, entre la tercera y la cuarta muda empiezan a desarrollarse los órganos sexuales; a la cuarta muda el nemátodo se convierte en adulto (TAYLOR, 1971).

2.1.3 Relación nemátodo - hospedero. Cuando una especie de nemátodo está presente en el suelo donde se establece un hospedero susceptible, la población crece proporcionalmente a la cantidad de alimento disponible. A su vez, esta población disminuye a medida que la planta es destruida o cuando las condiciones ambientales son desfavorables (SASSER, 1989). Tanto el incremento de una población de nemátodos, como el daño que causa a la planta, dependerá de la interacción de diversos factores como son: la susceptibilidad del hospedero, la temperatura, humedad, el tipo de suelo y la presencia de otros organismos del suelo (SOUTHEY, 1978)

De acuerdo a SOUTHEY (1978) y GUIÑEZ (1996) el daño que pueden causar estos organismos está directamente relacionado con la especie y la cantidad de nemátodos por volumen determinado de suelo; así, aquellas especies de nemátodos que se presentan en altas poblaciones, como también aquellas capaces de sobrevivir en condiciones adversas, son las que causan los mayores daños.

En cuanto al daño económico que estos organismos pueden provocar en los cultivos OKA *et al.* (2000) cuantifican que las pérdidas mundiales alcanzan US \$100 billones.

2.1.4 Movimiento en el suelo. Los nemátodos se movilizan en el suelo muy lentamente por su propia capacidad, así la distancia total que recorre un nemátodo probablemente no excede de un metro por estación (OVERGAARD, 1967).

En la gran mayoría de los suelos la fauna de nemátodos se concentra entre los primeros 10 cm del perfil debido a que el factor más importante en la distribución vertical es la presencia de alimento; de hecho, como lo señala WALLWORK (1970), los nemátodos pueden migrar verticalmente por efectos de temperatura o arrastrados por lluvias.

2.2 Género *Ditylenchus*.

Corresponde a un género polífago, cuyas especies son capaces de parasitar más de 500 especies de plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas. Su amplia distribución ha sido interpretada como una confirmación de la antigüedad del grupo desde el punto de vista evolutivo (AGRIOS, 1996; ESCUER, 1998).

PLOWRIGHT *et al.* (2002), agrega que debido a la gran variabilidad morfológica y morfométrica del género, se han descrito un gran número de especies, por lo cual este grupo de nemátodos parásitos es uno de los más difíciles de identificar; el mismo autor, indica que a nivel mundial son cuatro las especies de *Ditylenchus* conocidas por ser plagas de importancia en cultivos, éstas son: *D. dipsaci*, *D. destructor*, *D. angustus* y *D. africanus*.

La clasificación del género *Ditylenchus* se presenta en el Cuadro 1.

CUADRO 1 Posición taxonómica del género *Ditylenchus*.

Phylum:	Nematoda
Clase:	Nematodea
Sub Clase:	Secernentia
Orden:	Tylenchida
Sub Orden:	Tylenchina
Familia:	Anguinidae
Sub Familia:	Anguininae
Género:	<i>Ditylenchus</i>

FUENTE: SUBBOTIN *et al.* (2004).

La importancia de *D. dipsaci* y *D. destructor* se evidencia en el Cuadro 2 donde LECHMAN (2004) compara a las especies de nemátodos cuarentenarios más importantes regulados por 20 o más países.

Cuadro 2 Nemátodos cuarentenarios de mayor importancia regulados por 20 o más países.

Especie de nemátodo	Número de países	
	Año 1982	Año 2000
<i>Globodera rostochiensis</i>	51	106
<i>Aphelenchoides besseyi</i>	9	70
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	23	58
<i>Rodopholus similis</i>	11	55
<i>Globodera pallida</i>	*	55
<i>Ditylenchus destructor</i>	12	53
<i>Heterodera glycines</i>	*	52
<i>Aphelenchoides fragariae</i>	13	47
<i>Heterodera schachtii</i>	16	22

*= El nemátodo no estuvo en la lista de Khan's de los diez nemátodos más regulados a nivel mundial.

FUENTE: Adaptado de LECHMAN (2004).

Según ESCUER (1998), el género *Ditylenchus* se caracteriza por tener la cutícula delgada y estriada, presentando la banda lateral 3 – 6 líneas; la región labial es continua o ligeramente expandida; presenta un estilete corto y fino de 7 – 11 μm , cuyo cono alcanza de 1/3 de la longitud del estilete con nódulos pequeños; el esófago posee un bulbo medio muscular con el aparato valvular o bulbo medio ausente sin aparato vulvar. La diferenciación entre las especies *D. dipsaci* y *D. destructor* se basa, principalmente en el número de líneas presentes en la banda lateral y en la forma de la cola, además de los caracteres indicados en el Cuadro 3.

CUADRO 3 Caracteres diferenciales entre *D. dipsaci* y *D. destructor*.

Especie	Líneas laterales (Nº)	Largo estilete (um)	Espicula (um)	Bursa (um)	Forma de la cola
<i>D. dipsaci</i>	4	10-12	23-28	40-70	Aguda
<i>D. destructor</i>	6	10-13	24-27	50-70	Redondeada

FUENTE: Adaptado de ESCUER (1998).

DROPKIN (1980) indica que la identificación entre *D. dipsaci* y *D. destructor* es difícil y riesgosa, cuando no se utilizan claves taxonómicas y técnicas microscópicas adecuadas; a su vez, la identificación por hospedero o síntomas no es válida, debido a que por ejemplo, ambas atacan papa, aún cuando difieren en patogenidad. Sobre ello POTTER y OLTHOF (1993), indican que en plantas de papa, el nemátodo del bulbo y del tallo, *D. dipsaci* infesta tallos, hojas y tubérculos, mientras que el nemátodo de la pudrición de la papa *D. destructor* ataca sólo estolones y tubérculos, siendo ambas especies endoparasitas migratorias.

2.3 *Ditylenchus destructor*.

Según GROVER *et al.* (1962) los primeros reportes de infestación de *D. destructor* en cultivos fueron descritos en Alemania en 1888; el mismo autor, agrega que el primer reconocimiento del nemátodo que provoca la pudrición del tubérculo, fue hecho por Kühn en 1888, y el organismo causal fue identificado como *Anguillula dipsaci*; posteriormente Kühn propuso su clasificación como *Tylenchus devastatrix*.

De acuerdo al COMITÉ DE SANIDAD VEGETAL DEL CONO SUR (COSAVE) (2003 a) *D. destructor* fue descrito antes de 1945 y considerado como una raza o variedad de *D. dipsaci*; el mismo autor, agrega que estos dos nemátodos tienen hospederos en común, pero algunos de los hospederos registrados al principio para *D. destructor*, no son tales para *D. dipsaci*.

ESCUER (1998) y CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO, SAG (2000), indican que el nemátodo infesta mayoritariamente las partes subterráneas de las plantas tales como: tubérculos, estolones, rizomas, y raíces. También se ha encontrado en el sector aéreo de maní (BASSON *et al.*, 1991) y poroto (MAC GUIDWIN, 1992) provocando enanismo, arrollamiento y decoloración de hojas.

2.3.1 Importancia económica. Según lo señalado por STURHAN y BRZESKI (1991), *D. destructor* puede causar grandes pérdidas en producción de papas, especialmente en el este de Europa. Al respecto TACCONI y AMBROGIONI (1990a), agregan que en la ex URSS las pérdidas en producción de papa llegan, aproximadamente, a 150.000 Ton/año.

Está pérdidas en producción según SAAD *et al.* (1998) pueden aumentar en almacenaje, ya que las papas infestadas con este nemátodo pueden sufrir pérdidas adicionales de hasta un 100 % en tubérculos de papa almacenados. Esto ocurre cuando los tubérculos provienen infestados desde el campo y las condiciones para su desarrollo son óptimas.

De acuerdo a ESCUER (1998), en las últimas décadas se ha observado una disminución de las áreas afectadas en Europa Central por *D. destructor*, debido a la intensificación de los controles sanitarios y por el control de las malezas hospederas.

2.3.2 Hospederos. Se sabe que *D. destructor* parasita a más de 120 plantas entre cultivadas, ornamentales y malezas (SAG, 1999).

SAAD *et al.* (1998) indican que si bien la papa es el principal hospedero de *D. destructor*, también se ha detectado infestando: ajo, alfalfa, apio, maní, camote calabaza, cebada, cebolla, girasol, arveja, ruibarbo, lúpulo, pepino, perejil, remolacha, soja, tabaco, trébol, tomate, trigo y zanahoria. INSUNZA y VALENZUELA (1995) y ESCUER (1998), señalan que entre las plantas ornamentales parasita: caléndulas, dalias, gladiolos, iris, jacintos, menta, trébol rosado, trébol blanco y tulipanes.

Entre las malezas que actúan como hospederas de *D. destructor* se ha citado: *Agropyron repens*, *Artemisia vulgaris*, *Bellis perennis*, *Capsella bursa – pastoris*, *Festuca pratensis*, *Mentha arvensis*, *Plantago major*, *Potentilla anserina*, *Rumex sp.*, y *Sorbus spp.* (ESCUER, 1998).

De acuerdo a TACCONI Y AMBROGIONI (1990a), en ausencia de plantas hospederas y como una forma indirecta de resistencia *D. destructor* es capaz de desarrollarse y sobrevivir alimentándose de los hongos del suelo. Según ESCUER (1998) sobrevive sobre los géneros: *Agaricus*, *Alternaria*, *Armillaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma* y *Verticillium*. Basado en esta capacidad de multiplicarse en diversos hongos se han realizado estudios que afirman que *D. destructor* puede sobrevivir en los suelos cultivados por 5 a 10 años en al menos 70 especies de hongos (FAULKENER y DARLING, 1961).

2.3.3 Distribución geográfica. Según EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION, EPPO (2005 a), a escala mundial *D. destructor* es una plaga reconocida como de primera importancia en el cultivo de la papa, principalmente cuando ésta se presenta en regiones templadas. El mismo autor, agrega que en cuanto a su presencia y distribución el nemátodo ha sido localizado en Norte América y en muchas partes de Europa, sobre todo en áreas de cultivo de la papa.

Por otra parte, se ha reportado en América del sur, Canadá, Perú y Ecuador (ESCUER, 1998). A su vez, BASSON *et al.* (1992) y TACCONI y AMBROGIONI (1990a) informan de reportes en países asiáticos como Arabia Saudita, China, Japón, Irán, Pakistán y Sudáfrica.

En cuanto a la presencia de *D. destructor* en Chile MAGUNACELAYA y DAGNINO (1999), indican que durante mucho tiempo no estuvo presente en el país debido en gran parte al aislamiento geográfico. El mismo autor, señala que “actualmente las barreras sanitarias juegan un rol importante al haber ido perdiendo vigencia las barreras naturales, debido al incremento de la tecnología de los medios de transporte”.

En 1994 el Servicio Agrícola y Ganadero realizó la primera determinación de *D. destructor* en la II Región en la zona precordillerana del río Loa. Producto de esta determinación se iniciaron prospecciones periódicas con el objetivo de conocer el área de dispersión y niveles poblacionales de *D. destructor* (HENRÍQUEZ *et al.*, 2001).

2.3.4 Descripción de *D. destructor*. FRANCIA, INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, INRA (2003) y EPPO (2005a), indican que en todas sus etapas de desarrollo el nemátodo mantiene una forma vermiforme, alcanzando el estado adulto una longitud corporal de 0,8 y 1,4 mm, mientras que su diámetro alcanza entre los 23 y 47 μm .

Según THORNE (1961) y ESQUIBET *et al.* (2003), el hospedero sobre el que se desarrolla el nemátodo puede inducir cambios en la morfología de éste,

especialmente en lo que se refiere a largo y proporciones del cuerpo, tamaño de las gónadas y el desarrollo que alcanzan los lóbulos glandulares esofageales. Al respecto COSAVE (2003b), agrega que estas variaciones morfométricas también son influenciadas por la edad del nemátodo.

De acuerdo a HOOPER (1973) el cuerpo es ligeramente curvado, presentando una cutícula finamente anulada. COSAVE (2003b) y THORNE (1961) añaden que lo típico en esta especie es la existencia de seis incisiones en el campo lateral en casi toda la longitud del cuerpo, que se reducen a dos en el cuello y la cola. Según HOOPER (1973) la región labial es poco más estrecha que el cuerpo y el nemátodo presenta un estilete típico del género, el que, según ESCUER (1998), posee una longitud que varía entre 10-12 μm y ocasionalmente, según HOOPER (1973) puede llegar a medir 14 μm .

HOOPER (1973), señala que a veces son visibles finos anillos o anulaciones en la estructura labial, la cual está bien esclerotizada presentando protuberancias redondeadas. El mismo autor, agrega que la cutícula que rodea la cabeza está marcada por estrías transversales separadas por alrededor de 1 μm .

Los individuos de esta especie poseen un bulbo medio con aparato vulvar. El bulbo posterior es glandular y solapa ligeramente al intestino en la porción dorsal. El saco postvulvar alcanza entre 45-98% de la distancia vulva – ano. A su vez el bulbo basal del esófago tiene tres grandes y dos pequeñas glándulas nucleadas, y generalmente se extiende sobre el lado dorsal del intestino (THORNE, 1961; ESCUER, 1998).

HOOPER (1973) informa que el cuerpo de la hembra tiene una ligera curvatura ventral cuando el nemátodo muere por calor, en donde se marca una tenue estría cuticular transversal separada por alrededor de 1u.

Mientras que en el resto del cuerpo las estrías no se observan al estar encogido el ejemplar. Las papilas cefálicas y los anfidios son visibles sólo desde una vista de frente y están dispuestos de una manera similar a la observada en *D. dipsaci*.

En las hembras, el saco post-vulval se extiende tres cuartos de distancia del ano y la cola termina en forma angosta y redondeada (THORNE, 1961; COSAVE, 2003b).

El poro excretor está ubicado justo en la parte anterior de la unión del esófago con el intestino. Los machos son muy similares y tienen sus espículas curvadas ventralmente y extendidas anteriormente, poseen un gubernaculo corto y sencillo (HOOPER, 1973; COSAVE, 2003b).

Los mismos autores indican que el macho posee una región anterior similar a la hembra, cuerpo recto o suavemente curvado en la región ventral, cuando muere por calor. La cola del macho es similar a la de la hembra con una fina terminación redondeada. La bursa se extiende desde la zona anterior hasta las espículas, alrededor de $\frac{3}{4}$ de la extensión a la cola.

2.3.5 Biología y ciclo de vida. COSAVE (2003b), indica que en general *D. destructor* sólo causa problemas a temperaturas de 15-20 °C y a una humedad relativa superior al 90% y que este nemátodo no sobrevive cuando la humedad relativa esta bajo el 40%.

El mismo autor, señala que el número de días para que una población del nemátodo se duplique es de 20 a 26 días entre los 20 a 24°C y agrega que a temperaturas entre 6 y 10°C la duplicación se alcanza los 68 días. Una temperatura de 28°C disminuye el tiempo de multiplicación de la población a solamente 18 días.

Esta especie penetra a los tubérculos de papa, a través de las lenticelas y aberturas naturales para luego invadir todo el órgano (SAG, 2000). Según SAAD *et al.* (1998) tanto el ciclo reproductivo del nemátodo, como la duración de cada una de las cuatro etapas larvales, así como el número de huevos producidos por las hembras y la longevidad del nemátodo, no están aún bien establecidos.

2.3.5.1 Resistencia de *D. destructor*. De acuerdo a ESCUER (1998) el nemátodo de la pudrición de la papa no forma masas de individuos o “lanas nematológicas” y es incapaz de soportar la desecación como lo hace *D. dipsaci*. Considerando lo anterior, es que SAG (1994), indica que como *D. destructor* no es resistente a la desecación

sólo es importante en suelos fríos y húmedos; sin embargo, de acuerdo al SAG (1999) puede sobrevivir como huevo en suelo y quedar en éste por más de un año. HOOPER (1973) confirma que el nemátodo también podría sobrevivir el invierno en forma de huevo.

Según SAAD *et al.* (1998) y SAG (2000) en ausencia de cultivos huéspedes *D. destructor* puede sobrevivir en el suelo por 5 a 10 años, lo cual es confirmado por CHRISTIE (1974). SAG (1994) agrega que si *D. destructor* no encuentra tubérculos de papa u otros cultivos de los que se alimente es capaz de sobrevivir en malezas y hongos del suelo.

2.3.5.2 Dispersión de *D. destructor*. El nemátodo puede moverse distancias muy cortas en el suelo y no tiene formas naturales de dispersión en mayores distancias (EPPO, 2005a). La forma principal de diseminación es por material vegetal de plantas hospederas infestadas tales como bulbos y rizomas (SAG, 2000).

También SAG (1999) indica que en *D. destructor* las principales formas detectadas de diseminación del nemátodo son: tubérculos de papa infestadas que se usan como semilla y por bulbos de flores; asimismo por la tierra infestada que va adherida a los tubérculos cosechados; por medio de los sacos papeiros, que llevan tierra adherida; por el guano de los animales mantenidos en corrales y praderas con cultivos infestados, además puede ser trasladado por agua de riego o lluvia, maquinaria agrícola y herramientas usadas en terrenos infestados.

2.3.6 Mecanismo de infestación de *D. destructor*. Para alimentarse el nemátodo inyecta enzimas de tipo amilasas y proteasas que desintegran los componentes del almidón y de proteína de la célula provocando la descomposición de los tejidos, luego de lo cual el nemátodo emigra a nuevos tejidos sanos (SAAD *et al.*, 1998).

Según ESCUER (1998) *D. destructor* infesta mayoritariamente las partes subterráneas de las plantas. Si la infestación es severa las plantas pueden llegar a morir y frecuentemente los síntomas de infestación se ven sólo en las partes subterráneas de las plantas.

2.3.7 Síntomas. Según COSAVE (2003b) es imposible diagnosticar al nemátodo sólo por la sintomatología que provoca, por ejemplo en tubérculos, siendo necesario un examen microscópico del parásito para su confirmación. Lo anterior, es respaldado por SAG (1999) que señala que muchas veces se observan pudriciones secas en tubérculos característicos de la infestación de *D. destructor*, las cuales pueden ser fácilmente confundidas con la infección de hongos.

Los síntomas más detallados han sido descritos en papa, en la cual según SAG (1999) las infestaciones tempranas pueden ser detectadas pelando y cortando el tubérculo, el cual muestra pequeñas manchas blanquecinas en la pulpa sana, éstas luego se agrandan y oscurecen adquiriendo textura lanosa, pudiendo ahuecarse ligeramente en el centro.

Según SAAD *et al.* (1998) y SAG (1994) la epidermis infestada de la papa se vuelve delgada y resquebraja debido a que el tejido subepidérmico se seca y encoge. Los mismos autores, indican que en papa, generalmente no se observan síntomas específicos en la parte aérea, aunque tubérculos altamente infestados ocasionan plantas débiles que usualmente mueren.

De acuerdo a COSAVE (2003b) este nemátodo se ubica entre el tejido enfermo y el tejido sano, donde se pueden encontrar todas sus etapas de desarrollo desde el huevo al adulto.

En infestaciones avanzadas, el tubérculo toma una apariencia seca y harinosa, variando en color desde grisáceo a marrón oscuro o negro; esta decoloración es debida principalmente a la invasión secundaria de hongos, bacterias, ácaros y nemátodos de vida libre y saprófagos (SAG, 1994; SAAD *et al.*, 1998; SAG, 1999)

SAAD *et al.* (1998) informa que la pudrición por *D. destructor* en tubérculos almacenados se puede incrementar por el aumento de la temperatura, es así que, bajo condiciones favorables del medio ambiente en el campo o en almacenaje, los tubérculos pueden llegar a destruirse completamente como consecuencia de una pudrición bacteriana húmeda secundaria a la infestación inicial de nemátodos

Según SAG (1994) y SAG (1999) en tubérculos de papas infestados en almacenaje, la infestación puede transferirse de un tubérculo a otro presentándose reducciones en su tamaño y pudriciones secas o húmedas, las cuales se diseminan a las papas vecinas que terminan momificándose. Lo anterior es confirmado por INRA (2003) que agrega que los tubérculos afectados en almacén se desecan y endurecen.

Es necesario señalar que a diferencia de *D. destructor*, en las infestaciones provocadas por *D. dipsaci*, la epidermis generalmente no está agrietada y la podredumbre se oscurece hacia el interior del tubérculo (COSAVE, 2003b).

En especies ornamentales tales como dalia, gladiolos e iris, el ataque comienza en la base del propágulo y se extiende hacia arriba por las catáfilas carnosas, causando lesiones grises o negras (TACCONI Y AMBROGIONI, 1990a). Al respecto SAG (1994), agrega que en las plantas ornamentales las raíces pueden ennegrecerse y las hojas se desarrollan pobremente, presentándose las puntas amarillas, señalando también en zanahoria y perejil la enfermedad se propaga en almacenaje.

D. destructor puede infestar y destruir los champiñones cultivados (CHRISTIE, 1974; MAC GUIDWIN, 1991; SAG, 1994; SAG, 1999); al respecto ESCUER (1998), añade que si bien *D. destructor* es capaz de destruir las hifas de hongos cultivados, *D. myceliophagus* es la especie cercana que frecuentemente causa mayores pérdidas en champiñones (*Agaricus bisporus*).

2.3.8 Control. MAGUNACELAYA Y DAGNINO (1999), señalan que la legislación en Chile se dirige a dos aspectos del control como son: impedir la introducción de nemátodos fitoparásitos ausentes en el país y evitar la dispersión de los que ya están establecidos o son endémicos.

Según MAC GUIDWIN (1991) y SAG (1999), un problema en el control de *D. destructor* es la falta de información concreta sobre el manejo que se debe realizar frente a un cultivo infestado con el nemátodo.

De acuerdo a diversos autores, ESCUER (1998), MAGUNACELAYA y DAGNINO (1999) y COSAVE (2003b), el control por medio de la rotación de cultivos es difícil, debido al hábito polífago de *D. destructor*; sin embargo POTTER y OLTROF (1993), comentan que a pesar del amplio rango de hospederos de este nemátodo la rotación de cultivos ha contribuido a su control.

Según COSAVE (2003b) y TACCON y AMBROGIONI (1996) usar semillas libre de nemátodos es esencial para el control y prevención de la enfermedad, a su vez ESCUER (1998) informa que otras medidas de control incluyen la renovación del material de propagación y la destrucción en terreno del material infestado por *D. destructor*.

SAAD *et al.* (1998) informan que la resistencia de los nuevos cultivares de papa no ha sido determinada, pero todos los cultivares más antiguos se consideran susceptibles al nemátodo. SAG (1994), agrega que las variedades de papa varían en su grado de susceptibilidad al ataque del nemátodo y algunas variedades, así como también especies de *Solanum* silvestres, han sido registradas como resistentes. Al respecto ESCUER (1998), señala que en general las variedades tempranas suelen ser más afectadas que las tardías.

Según SAG (1999) para el control de predios infestados se recomienda realizar rotaciones con cultivos no hospederos por un periodo de 4 años, utilizando especies como: avena, cebada, alfalfa, haba y arvejas o bien dejar el potrero en barbecho al menos un año. A la vez se recomienda eliminar o controlar malezas como vinagrillo, rábano, tomatillo, llantén, diente de león y margaritas de los prados, que actúan como hospederas de este nemátodo. Sobre el tema SAAD *et al.* (1998), recomienda no producir las papas en los campos infestados, a lo menos por cuatro a seis años y no incluir los cereales y las malezas hospederas en la rotación.

Por su parte SAG (2000) indica que la fumigación del suelo puede ser exitosa, sin embargo resulta antieconómica y no recomendable por razones de contaminación ambiental. Otro punto muy importante en el control es no almacenar los tubérculos provenientes de cultivos afectados y si los nemátodos son detectados durante la

cosecha es necesario limpiar y desinfectar las bodegas, otras recomendaciones generales son almacenar en bodegas frías y secas equipos y maquinarias que hallan estado en contacto con el material infestado.

2.4 *Ditylenchus dipsaci*.

D. dipsaci es uno de los fitoparásitos de mayor importancia mundial, siendo conocido comúnmente como “nemátodo del bulbo y del tallo” (PLOWRIGHT *et al.*, 2002). El nombre fue asignado por el hecho de afectar principalmente tejido aéreo u órganos que tienen su origen en tejido caulinar, como bulbos por ejemplo (SOUTHEY, 1978).

Según BARKER y SASSER (1959) y MAGUNACELAYA y DAGNINO (1999) este nemátodo fue primeramente descrito por Kühn en 1857, en cardo (*Dipsacus fullonum*. L) por lo cual se le denominó *Anguillula dipsaci* por su relación al hospedero en el cual se encontró. Pero no fue sino hasta 1936, con la creación del género *Ditylenchus* por Filipjev, que pasa a llamarse *Ditylenchus dipsaci*, como se conoce hasta ahora. Desde entonces se ha descrito la infestación de *D. dipsaci* en numerosas especies vegetales (HOOPER, 1972).

D. dipsaci y *D. destructor* son similares, incluso *D. destructor* fue descrito en el pasado como una raza de *D. dipsaci* hasta que Thorne en 1945 determinó que se trata de dos especies diferentes (SOUTHEY, 1978). En Chile *D. dipsaci* es importante por su daño en cultivos como ajo, cebolla y alfalfa (INSUNZA y VALENZUELA, 1995).

2.4.1 Importancia económica. *D. dipsaci* posee la capacidad de parasitar un amplio rango de plantas de importancia económica tales como: cebolla, ajo, narciso, jacinto y tulipán (TENENTE, 1996; GRIFFITH *et al.*, 1997b), por lo que es considerado uno de los nemátodos fitopatógenos más dañinos en las zonas templadas (GRIFFITH *et al.*, 1997a; TACCONI Y AMBROGIONI, 1990b).

SIKORA y GRECO (1990), reportan que bastan sólo unos pocos individuos para causar daño en especies susceptibles; un ejemplo de esto lo dan GRIFFITH *et al.* (1997b) en trébol rosado, especie que muestra síntomas cuando es atacado por uno o

dos ejemplares. Por su parte POTTER y OLTHOF (1993) afirman que cultivos de cebollas son seriamente dañadas con densidades de 10 individuos por cada 500 g de suelo.

Existen variados reportes que indican que *D. dipsaci* provoca pérdidas económicas. SAG (2005) señala, que en Inglaterra se reportan pérdidas en tubérculos de papa estimadas en un 10 %, por su parte INSUNZA y VALENZUELA (1995) mencionan que existen pérdidas en ajo entre un 30% a 80% en las principales áreas de producción de Chile por causa de *D. dipsaci*. Asimismo Griffin (1984) citado por TACCONI Y AMBROGIONI (1990b) indican que en cultivos de remolacha y tomate se han registrado pérdidas de un 20% y en la ex URSS han existido disminuciones de un 85% en la producción de frutilla provocada por la acción de *D. dipsaci*.

Este nemátodo causa importantes pérdidas en plantas bulbosas en Chile, desarrollándose también muy bien en alfalfa y trébol rosado lo que ha obligado a usar como única alternativa de manejo las variedades resistentes (MAGUNACELAYA y DAGNINO, 1999).

2.4.2 Hospederos. Según MAGUNACELAYA y DAGNINO (1999) y RAJAN y LAI (2005) *D. dipsaci* es capaz de atacar unas 400 especies vegetales pertenecientes a unas 14 familias. PLOWRIGHT *et al.* (2002) amplían el rango de hospederos llegando éste a 500 especies de plantas, incluyendo flores como: gladiolo, girasol, jacinto y narciso, además de especies tan diversas como: ajo, alfalfa, arroz, avena, cebolla, espinaca, maíz, porotos, remolacha, trébol blanco, trébol rosado y zanahoria.

Este amplio rango de hospederos se explica, de acuerdo a TACCONI Y AMBROGIONI (1990b) porque *D. dipsaci* comprende cerca de 20 razas biológicas lo que le da altas probabilidades de poder infestar diversas plantas.

WINSLOW (1978), indica que una diferencia entre *D. destructor* y *D. dipsaci* con respecto al tipo de hospederos que parasitan, es el hecho que el primero puede vivir en un amplio rango de hongos y plantas superiores, en tanto que el rango de hospederos de *D. dipsaci* está casi limitado a plantas superiores; existen sin embargo

excepciones, como las que descubrió Viglierchio (1971), citado por WINSLOW (1978), el cual luego de examinar 19 cepas de hongos encontró que *D. dipsaci* fue capaz de desarrollarse en dos de ellas.

2.4.3 Distribución geográfica. Según JATALA y BRIDGE (1990) y VALERIN (2003) *D. dipsaci* es una especie cosmopolita y distribuida a nivel mundial, encontrándose preferentemente en zonas de climas templados donde es muy dañino. TENENTE (1996) agrega que esta especie de nemátodo tiene una amplia distribución geográfica, estando presente en Europa, África, todo el continente americano, Australia y Asia. HOFFMANN y SCHMUTTERER (1983) indican que *D. dipsaci* está distribuido en Turquía, en el norte y sur de África, Japón, India, Canadá.

Así en Sudamérica *D. dipsaci* se encuentra en: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Uruguay, Perú y Venezuela (EPPO, 2005b).

2.4.4 Descripción de *D. dipsaci*. El nemátodo se caracteriza por su cuerpo filiforme, muy delgado, de aproximadamente 1,4 μm de estilete muy pequeño y de movimientos generalmente rápidos (ESCUER, 1998), en general *D. dipsaci* posee una morfología casi idéntica a *D. destructor* como es descrita en el punto 2.4.5.

WINSLOW (1978) señala que en *D. dipsaci* el saco post - vulvar se extiende a la mitad del cuerpo del nemátodo. ESCUER (1998) agrega que el extremo de la cola es redondeada en *D. destructor*, pero en cambio *D. dipsaci* posee una cola aguzada.

HOOPER (1972) y ESCUER (1998), indican que *D. destructor* posee seis incisiones en las bandas laterales, en cambio *D. dipsaci* solo posee cuatro, ambos añaden que *D. dipsaci* tiene una alta variación morfología que depende de factores externos como la temperatura; además posee una alta variabilidad de razas. Por esto último, el número de cromosomas puede variar de 6 a 30 dependiendo del origen geográfico (COLOMBIA, INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA, 2003).

2.4.5 Biología y ciclo de vida. *D. dipsaci* puede invadir a las plantas a través de lenticelas, como en el caso de los tubérculos (POTTER y OLTHOF, 1993); o como

agrega ESCUER (1998), por estomas u otras aberturas naturales del tallo y del bulbo. En general, la infestación se produce en los primeros estados de desarrollo, cuando la planta está brotando (BRUNA y GUIÑEZ, 1980). Según TENENTE (1996) este nemátodo al igual que *D. destructor* posee un hábito endoparásito migratorio. HOOPER (1972) señala que *D. dipsaci* es bisexual y las hembras oviponen entre 200 a 500 huevos durante su vida.

Según SAG (2005) *D. dipsaci* presenta cuatro mudas. La primera muda se produce dentro del huevo, emergiendo de éste la segunda etapa larvaria (juvenil II), la cual una vez que se alimenta, rápidamente pasa por la segunda y tercera mudas, para luego desarrollarse como preadulto o juvenil IV; esta última puede resistir condiciones adversas de congelación y de desecación extremas durante largos periodos en fragmentos de tejidos, tallo, hojas, bulbos y semillas de plantas o en el suelo. Bajo condiciones de humedad y temperatura adecuadas la larva preadulto vuelve a la actividad, penetra en el hospedero, sufre la cuarta muda y se desarrollan en machos y hembras. Estas últimas ovipositan después de haber sido fecundadas; el ciclo completo de huevo a huevo concluye al cabo de 19 a 23 días, en condiciones de 15°C, aún cuando, el mismo autor, añade que si bien la duración del ciclo depende de una serie de factores ambientales, en jacinto dura de 45 a 75 días y en cebolla tiene un rango de 19 -23 días (YUKSEL ,1960).

Como es un endoparásito migratorio, pasa generación tras generación en tejidos vegetales escapando al suelo sólo cuando las condiciones de vidas en los tejidos de las plantas se vuelven desfavorables (DROPKIN, 1980). ESCUER (1998) agrega que los estados juveniles y los adultos jóvenes de *D. dipsaci* son capaces de infestar y moverse desde el suelo a la planta.

HOOPER (1972), CHRISTIE (1974) y AGRIOS (1996) coinciden en que todos los estadios de desarrollo juveniles II, III, IV y adultos son capaces de infestar a la planta (Figura 1). De acuerdo a estos mismos autores, el juvenil IV o preadulto, es la forma infestiva más importante, debido a la capacidad de desecarse y mantenerse en estado de anhidrobiosis dentro del tejido de la planta (tallos, hojas, tubérculos, bulbos y semillas) o en el suelo.

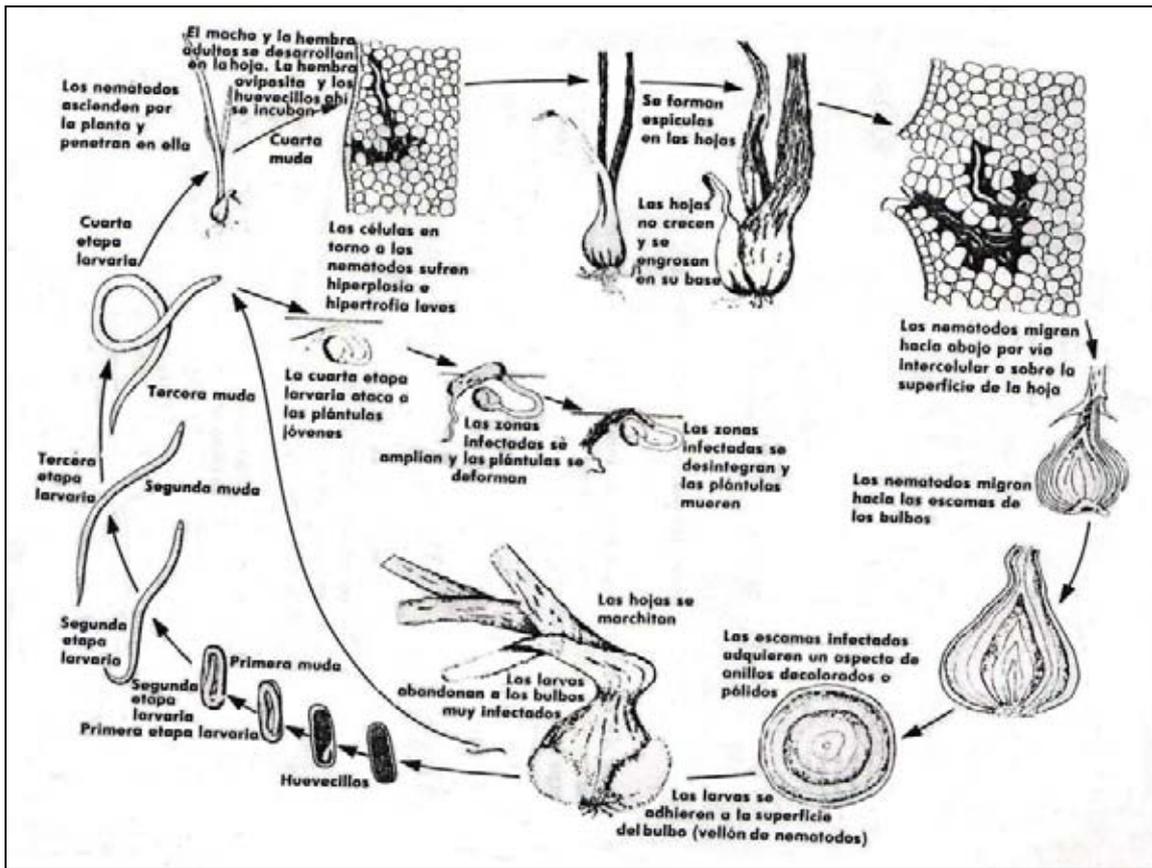


FIGURA 1 Ciclo biológico del nemátodo del bulbo y del tallo de *D. dipsaci*.
FUENTE: AGRIOS (1996).

Según ICA (2003) el nemátodo aprovecha la humedad resultante de la lluvia o rocío y en ese momento los adultos y preadultos dejan el suelo y se mueven hacia el tallo y las hojas. Este autor agrega que *D. dipsaci*, al igual que otros nemátodos parásitos de plantas, es más activo cuando el suelo posee una humedad cercana a la capacidad de campo.

Según CHRISTIE (1974) la reproducción tiene lugar durante todo el año, aunque se retarda o detiene temporalmente según las temperaturas. De acuerdo a MAGUNACELAYA y DAGNINO (1998) la temperatura óptima para el desarrollo de esta especie varía entre 15 a 20°C, menor que la que necesitan otras especies de nemátodos.

2.4.5.1 Resistencia de *D. dipsaci*. WINSLOW (1960) indica que *D. dipsaci* es capaz de sobrevivir en condiciones extremas de sequía, especialmente como juvenil IV en el tejido de sus hospederos, entrando en estado de anhidrobiosis, lo cual según PLOWRIGHT *et al.* (2002) y WHARTON *et al.* (2002), es gracias a la permeabilidad de su cutícula.

Cuando el tejido vegetal comienza a secarse, el nemátodo generalmente se agrupa para formar “lanas nematológicas”, que corresponden a los nemátodos en estado de anhidrobiosis, que pueden ser observados en semillas y otras partes vegetales. Gracias a esta capacidad de anhidrobiosis es que Fielding (1951) citado por HOOPER y SOUTHEY (1978) reactivó especímenes de *D. dipsaci* en dormancia después de 20 años desde *Hypochaeris radicata* (WINSLOW, 1960).

Según MAGUNACELAYA y DAGNINO (1999), el nemátodo prefiere temperaturas bajas por lo cual ataca cultivos invernales, inactivándose en las épocas de mayor temperatura, períodos en que sobrevive en estado de quiescencia en el suelo y partes vegetales (tallos y bulbos). GRECO y MORENO (1980) aportan que dentro de los cultivos de verano los mayores daños se observan en ajo y cebolla, a su vez arveja y haba pueden ser también dañadas por este parásito. SOUTHEY (1978) y WINSLOW (1978) indican que en cuanto a su reproducción esta ocurre a través de todo el año, excepto cuando disminuye mucho la temperatura.

2.4.5.2 Dispersión de *D. dipsaci*. El nemátodo se puede dispersar mediante el comercio de semillas y material vegetativo, el agua de irrigación y las herramientas contaminadas así como maquinaria de labranza, son factores importantes en su diseminación, sin olvidar el factor humano como una causa importante de la dispersión del nemátodo (ICA, 2003).

Según ESCUER (1998), las consecuencias epidemiológicas de una dispersión incontrolada pueden llegar a ser graves por la introducción de especies o razas en áreas exentas del parásito que pueden provocar pérdidas económicas.

En general, en el campo la distribución de los nemátodos es irregular y normalmente se van concentrando por sectores o áreas, situación que también ocurre en el caso de *D. dipsaci* (DROPKIN, 1980). En el caso de esta especie se presenta normalmente en manchones con distinto grado de sintomatología, dependiendo de la concentración y ubicación del inóculo inicial, aumentando el área de infestación según la susceptibilidad del cultivo y las condiciones medio ambientales imperantes (SIKORA y GRECO, 1990).

2.4.6 Mecanismo de infección de *D. dipsaci*. El nemátodo se alimenta de los jugos celulares, mediante la inserción del estilete e inyectando su saliva a las células, la cual posee sustancias tóxicas que producen necrosis y distorsión de los tejidos al igual que *D. destructor* (EPPO, 2005b).

Según HOOPER (1972), WINSLOW (1978), *D. dipsaci* se mueve intercelularmente en los tejidos jóvenes, atacando las paredes de las células disolviendo la lamela media, provocando con ello una desorganización en los tejidos induciendo la hipertrofia e hiperplasia.

La alimentación del nemátodo causa la hinchazón y distorsión de partes aéreas de la planta (tallos, follaje y flores) y necrosis o pudrición de la base de los tallos, bulbos, tubérculos y rizomas (JATALA y BRIDGE, 1990).

2.4.7 Síntomas. En general, este nemátodo provoca hinchamientos y distorsiones del sector aéreo de las plantas y necrosis de la base del tallo de las plantas, tubérculos y rizomas infestados (EPPO, 2005b).

GRIFFITH *et al.* (1999), señalan que la infestación del nemátodo provoca en trébol blanco síntomas, tales como hipertrofia y detención del crecimiento de los pecíolos y láminas foliares, acortamiento e hipertrofia de internodos y desarrollo anormal de la epidermis de los estolones y epidermis de los pecíolos. La desorganización de los tejidos se debe a la secreción predigestiva que hace el nemátodo antes de succionar el contenido celular, ya que en ésta van enzimas del tipo

pectinasas que actúan sobre los compuestos pécticos de la lámela media del hospedero (PERRY y WRIGHT, 1998). De esta manera, provoca por la degeneración de estos, flacidez, ablandamiento, separación de las células y formación de cavidades (SEINHORST, 1956 y BLAKE, 1962).

En cebolla *D. dipsaci* causa deformación foliar al provocar una hinchazón o ampollamiento de la superficie foliar, es así que el follaje crece de una forma desordenada, frecuentemente se marchita o se vuelve clorótico. Incluso causa la muerte en las plantas jóvenes cuando la infestación es alta (HOOPER, 1972; ICA, 2003). Contrario a la cebolla, *D. dipsaci* no induce deformaciones o ampollas en ajo, pero causa amarillamiento y muerte en hojas (ICA, 2003).

El mismo autor, indica que en cereales (avena y centeno) *D. dipsaci* causa la producción de retoños adicionales en la base y se desarrollan ampolla en las plantas, presentando una apariencia típica de “raíz de tulipán”.

En general los síntomas son mas prominentes en primavera, disminuyendo a medida que transcurre el verano (HOFFMAN y SCHUMUTTERER, 1983).

2.4.8 Razas en *D. dipsaci*. Según MAGUNACELAYA Y DAGNINO (1998) *D. dipsaci* es difícil de controlar debido a que posee una serie de razas, las cuales son difíciles de distinguir morfológicamente. Esta capacidad según VIGLIERCHIO (1971), PALMER *et al.* (1991) y WENDT *et al.* (1993) se debe a que *Ditylenchus* es un género con características bastante evolucionadas, en relación a otros grupos fitoparásitos, presentando una gran velocidad de cambio, apreciable en la capacidad de diversificarse en razas.

SAG (2005) señala que es necesario efectuar pruebas de plantas diferenciales para determinar la raza involucrada; a la fecha se consideran 16 razas de importancia económica, siendo la más agresiva la raza de la alfalfa que ataca *Medicago sativa*, presente en Chile, la cual está siendo controlada en el país por el uso de variedades resistentes a *D. dipsaci*.

Según MANZANILLA *et al.*, (2004) se han desarrollado técnicas para la determinación de razas de *D. dipsaci*, dentro de las cuales están pruebas de ADN, anticuerpos monoclonales y restricción de fragmentos a las cuales SAG (2005) agrega técnicas de PCR para especies específicas de *D. dipsaci*.

2.4.9 Control. En general, las medidas son las mismas aplicadas a *D. destructor*, pero es necesario considerar que según Kostuk (1968) citado por TENENTE (1996) *D. dipsaci* tiene características que hacen que su control sea bastante dificultoso. Entre ellas señalan: su capacidad de anhidrobiosis y su habilidad para reproducirse rápida y repetidamente en el mismo hospedero aumentando significativamente su población. A lo cual se debe agregar el alto número de razas existentes en esta especie (EPPO, 2005b).

MAGUNACELAYA y DAGNINO (1999) señalan que dentro de las medidas a tomar para un control de *D. dipsaci*, se debe analizar el material de reproducción (bulbo, semillas) para así evitar la aparición a nuevos terrenos infestados, incluso si el material reproductivo está infestado (bulbo o semilla) éste debe ser tratado con productos fumigantes antes de su uso. Otro punto importante para el control de *D. dipsaci* es realizar un análisis nematológico del suelo a utilizar, sobre todo si ha estado cultivado con alguna de las especies hospederas conocidas de *D. dipsaci*. Quemar los rastrojos de las plantas infestadas si existieran, de la temporada anterior. Efectuar un adecuado control de malezas hospederas, realizar barbecho, insolación del suelo y volteo previo al establecimiento del cultivo, y durante la estación de verano.

HOOPER, (1972) agrega que las rotaciones durante 3 - 4 años con plantas no susceptibles son algunas veces efectivas al evitar lesiones por ataques de *D. dipsaci*, pero mucho depende del tipo de suelo, malezas existentes y la raza involucrada. ESCUER (1998) opina diferente pues, según este autor, la rotación de cultivos como alternativa de control es difícil debido a la polifagia de *D. dipsaci*; y señala que se debe tener cuidado con las malezas hospederas del nemátodo que pueden actuar como reservorios de este y, por lo tanto, ser fuente de futuras infestaciones.

AGRIOS (1996) y EPPO (2005b), indican que la fumigación del suelo no es generalmente económica para grandes áreas; sin embargo, esta opción puede ser usada para el control de superficies reducidas infestadas con el nemátodo. No obstante MAGUNACELAYA y DAGNINO (1999) indican que los nematicidas han probado ser satisfactorios y son el método de control más utilizado tanto en preplantación como en el desarrollo del cultivo. Los mismos autores, agregan que el mejor método de control es la prevención por lo que toma una importancia esencial la certificación de origen del material vegetal utilizado en la siembra, que este sea inspeccionado y que las medidas de control sean estrictas. A lo cual hay que agregar el uso de variedades resistentes adaptadas a las condiciones ambientales y fitosanitarias imperantes en el país (PHILIPPI y PICHARD, 1990).

3 MATERIAL Y METODO

3.1 Material.

A continuación se describen los materiales que fueron utilizados en la investigación.

3.1.1 Ubicación del ensayo. El ensayo se llevó a cabo en el Laboratorio de Nematología del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

3.1.2 Sustrato. Se utilizó suelo naturalmente infestado con cada una de las especies de nemátodo a estudiar. En el caso de *D. dipsaci* el suelo utilizado se obtuvo desde un cultivo de ajo, establecido en la temporada 2003/2004 en la Estación Experimental Santa Rosa, presentando el suelo una infestación de 1700 individuos *D. dipsaci* /250 g de suelo.

En el caso de *D. destructor* el suelo provino de un cultivo de papa, establecido la misma temporada en los alrededores de Coyhaique (XI Región), el cual presentaba una infestación de 2600 individuos *D. destructor*/250 g suelo. Este suelo fue recolectado por personal del Servicio Agrícola y Ganadero de la ciudad antes señalada.

El suelo para los tratamientos testigo fue obtenido en la Estación Experimental Santa Rosa, desde un potrero sin cultivar y con las mismas características de suelo del utilizado para *D. dipsaci*. Como el cultivo de ajo había sido fertilizado al momento de la plantación con 150 Kg de nitrógeno, 300 Kg de P₂O₅ y 200 Kg de K₂O esta misma dosis se aplicó al suelo testigo.

3.1.2.1 Análisis de sustrato. En el Anexo 65 se entregan los análisis químicos de los sustratos utilizados en la implementación del experimento.

3.1.3 Especies vegetales. Se utilizó semilla comercial de acelga (*Beta vulgaris*), avena (*Avena sativa*), ballica (*Lolium perenne*) cultivar Tama, Quinguilla (*Chenopodium album*), lupino (*Lupinus albus*) cultivar Rumbo-B, trigo (*Triticum aestivum*) cultivar Trauco.

3.1.4 Material fungible. Para este ensayo se emplearon agujas enmangadas, alcohol 70%, algodón, baldes, bisturís, bolsas de papel, bolsas de polietileno, coladores, cubreobjetos, embudos, hipoclorito de sodio (Clorox 5%), lápices marcadores, macetas plásticas, palas, placas Petri, papel facial, papel absorbente, pisceta, pocillos plásticos, portaobjetos, regla, termómetro, tubos de ensayo, entre los más importantes.

3.1.5 Equipos. Durante el ensayo se utilizó una balanza electrónica Sartorius de 0,01 g de precisión, cámara fotográfica digital, tamices de bronce de distinta graduación, lupa estereoscópica Nikon SMZ-10, microscopio Motic B3-Profesional, refrigeradores.

3.2 Método.

El ensayo consistió en sembrar, por separado, cada una las especies vegetales en suelo infestado y sin infestar, con las dos especies de nemátodos a estudiar (*D. dipsaci* y *D. destructor*).

3.2.1 Lavado y desinfección de las macetas. Para el ensayo se utilizaron un total de 144 macetas plásticas de 250 mL de capacidad (17cm de alto y 9 cm de diámetro en la sección superior); previo a su uso las macetas, baldes y tamices fueron lavados y desinfectados primero con agua y detergente, luego lavadas con hipoclorito de sodio al 5% y posteriormente se realizó un enjuague con agua corriente.

3.2.2 Preparación de los sustratos. Con el fin de igualar en los sustratos la concentración de nemátodos de cada especie, se procedió a calcular la concentración inicial de individuos existente en cada sustrato mediante el método de Baermann (STIRLING *et al.*, 2002). Lo anterior se realizó porque en el ensayo se trabajó con dos sustratos infestados naturalmente (suelo Santa Rosa y suelo Coyhaique) que poseían un número diferente de individuos.

Considerando que el sustrato con *D. destructor* tenía una concentración inicial de 2600 individuos/250 g de suelo se procedió a nivelar a la misma densidad el sustrato con *D. dipsaci* inoculando 2 mL de suspensión / maceta (900 individuos) de *D. dipsaci* extraídos por método Baermann, a los 1700 individuos/250 g de suelo iniciales del sustrato.

Para incrementar la población de nemátodos *D. dipsaci* previamente se extrajo inóculo desde ajo. Para obtener dicho inóculo, el ajo infestado fue picado, pasado por juguera y tamizado (120, 270 y 325 mallas/pulgada) recuperándose los individuos del último tamiz en una suspensión de agua logrando finalmente una concentración de 450 ind/mL.

De esta forma las concentraciones de nemátodos utilizadas en los sustratos fueron homogéneas.

3.2.3 Preparación de las semillas. Las semillas de cada especie fueron desinfectadas en una solución de hipoclorito de sodio (Clorox 5%) al 5,25% durante cinco minutos, posteriormente se sumergieron en alcohol al 70% durante 30 segundos y finalmente fueron enjuagadas con agua destilada estéril, absorbiendo el exceso de humedad con papel filtro estéril para luego sembrarlas inmediatamente.

3.2.3.1 Análisis nematológico a las semillas. Previo a la siembra y para comprobar la ausencia de nemátodos, se tomaron para cada especie tres muestras de cinco a diez semillas cada uno, los cuales se procesaron en el laboratorio siguiendo la metodología indicada por STIRLING *et al.* (2002). Esta consiste básicamente en mantener por seis días la semilla inmersa en agua corriente en un vaso de precipitado a temperatura ambiente; cada 48 horas se recuperó el agua del vaso a través de un set de tamices (100-270 y 500 mallas/pulgada). El contenido de los dos últimos tamices se recuperó en una placa Petri para realizar las observaciones bajo la lupa y microscopio; por su parte las semillas se volvieron a sumergir en agua repitiendo el procedimiento dos veces más.

3.2.3.2 Porcentaje de germinación. Se realizaron pruebas de germinación a todas las especies en el Laboratorio de Semillas del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias; se tomaron de 50 a 100 semillas de cada especie, éstas se pusieron en una cámara de germinación, y se evaluaron al cabo de 10 - 12 días; en todas ellas se obtuvo porcentajes de germinación iguales o superiores al 90 %, como se aprecia en el Cuadro 4.

CUADRO 4 Porcentaje de germinación de las especies utilizadas en el ensayo.

Especie	Acelga	Avena	Ballica	Quinguilla	Lupino	Trigo
Germinación (%)	95	98	90	96	97	95

3.2.4 Siembra. Todas las especies fueron sembradas el mismo día, en base a ocho repeticiones por tratamiento. En cada maceta se colocaron de 3 a 5 semillas lo cual dependió de su tamaño y del porcentaje de germinación.

3.2.5 Mantención de las plantas. Una vez sembradas las macetas se mantuvieron durante 90 días a temperatura ambiente en dependencias del Laboratorio de Nematología aplicando riego con agua corriente según necesidades de las plantas.

3.2.6 Registro de temperatura. La medición de la temperatura se realizó diariamente utilizando un termómetro de máxima y mínima (Anexo 66).

3.2.7 Duración del ensayo. El ensayo se realizó durante los meses de Noviembre 2003 a Junio del 2004, periodo que contempló: la preparación del material a utilizar en el ensayo, las evaluaciones nematológicas y la medición de los parámetros de desarrollo de las plantas en las diferentes especies vegetales.

3.3 Evaluaciones.

En el transcurso del ensayo se evaluó: el comportamiento de las diferentes especies vegetales que se desarrollaron sobre sustratos infestados con *Ditylenchus* y la infestación de *D. dipsaci* y *D. destructor* en las plantas y el sustrato. El ensayo se evaluó en dos fechas, la primera transcurridos 45 días desde siembra y la segunda a

los 90 días, tomando en cada una un 50 % de las macetas (cuatro repeticiones por tratamiento en cada fecha) al azar.

3.3.1 Evaluaciones de la emergencia. A partir de los 6 días desde siembra y hasta los 25 días se registró el porcentaje de plantas emergidas por maceta.

3.3.2 Evaluaciones de los parámetros de desarrollo de las plantas. En cada oportunidad se registraron los siguientes parámetros: altura, número de hojas, peso fresco aéreo, largo raíces, peso fresco raíces; para ello cada maceta se volteó sobre una bandeja separando la parte aérea de la radical.

La altura de plantas se midió con regla (cm) luego de retirar éstas de la maceta, tomándose la medida desde el nacimiento de las raíces hasta el extremo apical; al mismo tiempo que se registró el número total de hojas.

Cuando se evaluó el peso de los tejidos (aéreo y radical), se debió considerar solamente el peso fresco, ya que el mismo tejido se utilizó posteriormente para el análisis nematológico. El peso fresco se registró utilizando una balanza electrónica; en cada caso se procedió a registrar el peso de las hojas, tallo y raíz de cada planta de la maceta en forma individual.

Para evaluar los parámetros radicales, se procedió a cortar la raíz y lavarla para así eliminar los restos de tierra existentes y luego secarla con un papel absorbente. El largo de raíz se midió con regla desde el punto de origen de éstas hasta el extremo más distal de ella.

Los resultados obtenidos al evaluar cada una de las plantas de las macetas se promediaron al evaluar cada uno de los parámetros por maceta; además, periódicamente se observó y comparó las plantas con los testigos respectivos, para detectar manifestación de síntomas atribuibles a la infestación de nemátodos.

3.3.3 Evaluaciones nematológicas. En este caso el procedimiento seguido fue trozar finamente y por separado el tejido de hojas, tallos y raíces, el cual se procesó

utilizando el embudo de Baermann modificado (desarrollado en el punto 3.4). Con ello se obtuvo el número de nemátodos por planta y maceta.

3.3.4 Evaluación de los sustratos. El suelo de cada maceta fue sometido a un análisis nematológico (método Baermann) para establecer el número de *D. dipsaci* o *D. destructor* presentes. Este análisis se realizó en base a 50 g de suelo por maceta o repetición y se realizó a los 45 y 90 días desde la siembra.

3.4 Método del embudo de Baermann modificado.

El método consistió en colocar una cantidad de suelo (50 g) o de tejido vegetal previamente lavado sobre un tamiz de malla gruesa, recubierto con una capa de papel facial, dispuesto sobre tres o cuatro soportes de 0,5 cm en un platillo o placa Petri. Una vez preparado el material se incorporó con una pisceta agua por el borde de la placa en cantidad suficiente como para cubrir levemente la muestra. Ésta se mantuvo a temperatura ambiente no superior a 18 °C por 48 horas, transcurridas las cuales se levantó el tamiz con la muestra y el agua de la placa se recuperó en un tubo de ensayos de 100 mL de capacidad, graduado a los 10 mL desde la base. El tubo con el agua conteniendo los nemátodos extraídos de la muestra se dejó reposar por otras 24 horas a 5-7 °C para permitir la decantación de todo el material en suspensión, incluidos los nemátodos presentes. Luego, utilizando un sifón se extrajo el agua contenida sobre la marca de 10 mL en el tubo. El remanente se homogeneizó inyectando aire con una pipeta para extraer inmediatamente una alícuota de 0,5 mL la que, una vez dispuesta en el portaobjeto se revisó al microscopio. De cada muestra se obtuvieron dos alícuotas promediando posteriormente el resultado del recuento.

Al trabajar con material vegetal el tejido fue fraccionado con una tijera en trozos de 0,5 a 1 cm.

Con los resultados obtenidos en el ensayo se logró determinar la capacidad de infestar las plantas de cada especie de nemátodo cuantificando su presencia en el sector aéreo (tallo y hoja) y radical.

3.5 Diseño experimental.

El ensayo se estableció sobre la base de un diseño completamente al azar. Lo anterior entregó como resultado un ensayo con 18 tratamientos, y 8 repeticiones (macetas) por tratamiento.

CUADRO 5 Tratamientos del ensayo.

	Número de repeticiones					
	Acelga	Avena	Ballica	Quinguilla	Lupino	Trigo
Suelo Testigo ¹	8	8	8	8	8	8
Suelo <i>D. dipsaci</i> ¹	8	8	8	8	8	8
Suelo <i>D. destructor</i> ²	8	8	8	8	8	8

¹ Suelo Valdivia.

² Suelo Coyhaique.

3.6 Análisis de los datos.

Una vez obtenidos los datos se procedió a comprobar si estos cumplían con los supuestos de aleatoriedad, normalidad y homogeneidad de varianzas, que exige este tipo de análisis, y enseguida se sometió los datos a un análisis estadístico (ANDEVA), posteriormente, en los casos en que se observó diferencias significativas en el ANDEVA se aplicó una prueba de rangos múltiples (Tuckey) al 5% de significancia.

4 PRESENTACION DE RESULTADOS

A continuación, se presenta la respuesta de seis especies vegetales (*B. vulgaris*, *A. sativa*, *L. perenne*, *Chenopodium album*, *L. albus* y *T. estivum*) a la presencia de *D. dipsaci* y *D. destructor* en el sustrato. En primer lugar, se dará a conocer su efecto sobre el porcentaje de emergencia y a continuación se entregarán los parámetros de desarrollo de las plantas: altura, número de hojas, peso sector aéreo, longitud radical y peso sector radical. Finalmente, se expone el número de nemátodos presente en cada sección de la planta: sector aéreo y sector radical.

4.1 Emergencia de plantas. En la Figura 2 se aprecia la evolución de la emergencia de los distintos tratamientos.

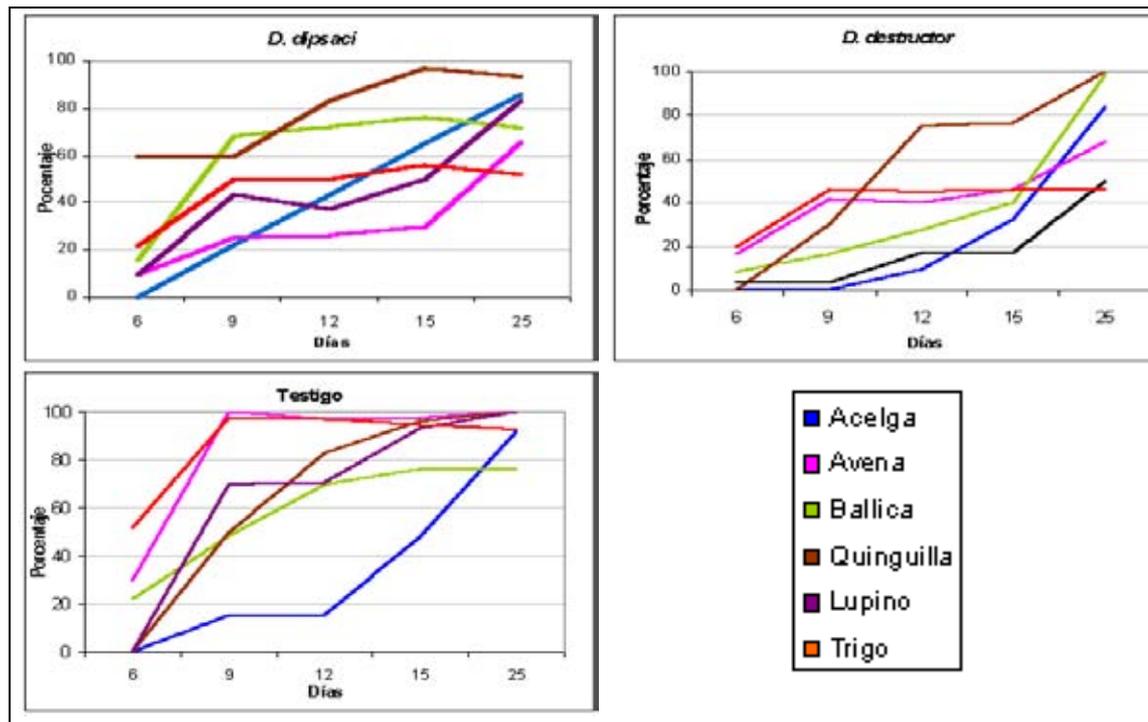


FIGURA 2 Efecto de la infestación del suelo con dos especies de *Ditylenchus* en la emergencia (%) de seis especies vegetales

En general de la Figura 2 se puede indicar que la velocidad de emergencia de las especies vegetales fue menor en los suelos infestados en comparación con el testigo, lo que se hizo más evidente a los 12 días donde en conjunto las seis especies desarrolladas sobre suelo testigo promediaron un mayor porcentaje de emergencia (72%) comparado con las especies desarrolladas sobre sustratos infestados con *D. dipsaci* (52%) y *D. destructor* (35,6%). Esta tendencia se mantuvo hasta los 25 días cuando se evaluó el porcentaje final de emergencia (Anexos: 70, 71, 72), ya que las especies desarrolladas sobre suelo testigo también tuvieron un promedio mayor de emergencia (93,5%) que las especies desarrolladas sobre suelo infestado: *D. dipsaci* (75,4%) y *D. destructor* (74,3%).

En el Cuadro 6 destaca que en el sustrato infestado con *D. dipsaci* las especies que presentaron el menor porcentaje de emergencia fueron: avena (66%), ballica (72%) y trigo (52%), a su vez en el sustrato infestado con *D. destructor* se observó una disminución en la emergencia de: avena (68%), lupino (50%) y trigo (46%).

Cuadro 6 Emergencia (%) a los 25 días desde siembra en seis especies vegetales sembradas en suelo infestado con *D. dipsaci* o *D. destructor*.

	Acelga	Avena	Ballica	Quinguilla	Lupino	Trigo
Testigo	92,0	100,0	76,0	100,0	100,0	92,0
<i>D. dipsaci</i>	86,0	66,0	72,0	93,3	83,3	52,0
<i>D. destructor</i>	84,0	68,0	98,0	100,0	50,0	46,0

4.2 Efecto de la infestación de *D. dipsaci* y *D. destructor* en el suelo sobre el desarrollo de las plantas.

El registro de los parámetros de desarrollo de la planta se hizo en dos etapas, la primera a los 45 días desde siembra y la segunda a los 90 días

4.2.1 Altura de plantas a los 45 días de siembra. Se observa en el Cuadro 7 que la infestación de las especies de *Ditylenchus* en el sustrato no afectó la altura de plantas con excepción de acelga, especie en que se presentó una disminución en altura en las plantas infestadas con *D. destructor* (11,74 cm) al ser comparados con el testigo (16,29 cm).

CUADRO 7 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en la altura (cm) de seis especies vegetales, 45 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	C.V
Acelga	16,29 a	13,27 ab	11,74 b	0,155
Avena	38,71 a	35,60 a	37,22 a	0,109
Ballica	36,37 a	39,04 a	38,04 a	0,137
Quinguilla	14,33 a	11,88 a	13,21 a	0,125
Lupino	27,23 a	23,88 a	26,25 a	0,134
Trigo	39,38 a	34,50 a	34,83 a	0,203

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.2.2 Número de hojas a los 45 días de siembra. En general, las plantas desarrolladas sobre sustrato infestado con ambas especies de *Ditylenchus* no se vieron afectadas en cuanto al número de hojas desarrolladas por planta transcurridos 45 días, con la excepción de lupino donde existió una disminución significativa del número de hojas de las plantas infestadas con *D. destructor* (8,75) al ser comparadas con el testigo (11,42).

CUADRO 8 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en el número de hojas de seis especies vegetales, 45 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	C.V
Acelga	4,73 a	5,04 a	4,78 a	0,125
Avena	4,04 a	3,31 a	4,20 a	0,147
Ballica	4,06 a	4,85 a	3,92 a	0,159
Quinguilla	10,33 a	9,75 a	8,13 a	0,141
Lupino	11,42 a	11,63 a	8,75 b	0,211
Trigo	4,05 a	5,83 a	4,83 a	0,201

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.2.3 Peso fresco aéreo a los 45 días de siembra. En el Cuadro 9 se aprecia que en la mayoría de las especies evaluadas el peso fresco aéreo de las plantas tendió a disminuir ante la infestación con nemátodos del género *Ditylenchus*. Sin embargo, este

efecto fue significativo solamente en ballica en la que el peso fresco aéreo por planta fue de 0,77 g en el sustrato infestado con *D. destructor*, mientras que en el testigo alcanzo los 1,26 g.

CUADRO 9 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en el peso fresco (g) aéreo de seis especies vegetales, 45 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	C.V
Acelga	2,26 a	1,55 a	1,28 a	0,363
Avena	1,09 a	0,86 a	1,12 a	0,447
Ballica	1,26 a	1,08 ab	0,77 b	0,232
Quinguilla	2,12 a	1,27 a	1,37 a	0,403
Lupino	5,69 a	6,77 a	6,03 a	0,217
Trigo	1,68 a	1,27 a	1,65 a	0,251

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.2.4 Longitud radical a los 45 días de siembra. Al observar el Cuadro 10 se puede indicar que no existió una tendencia clara entre los tratamientos para la misma especie vegetal, ya que la mayor longitud radical numérica se registró tanto en el testigo (quinguilla), como en los suelos infestados con: *D. dipsaci* (acelga, ballica y lupino) y *D. destructor* (acelga, avena y trigo).

Según el Cuadro 10 se puede indicar que, en general, las plantas desarrolladas sobre sustrato infestado con ambas especies de *Ditylenchus* no se vieron afectadas significativamente a los 45 días desde siembra en su longitud radical (cm), con la excepción de acelga, especie en la cual las plantas creciendo sobre sustrato infestado con *D. destructor* presentaron una disminución en su longitud radical (5,48 cm) al ser comparado con el testigo (9,54 cm).

También se observó una tendencia a disminuir la longitud radical en Quinguilla sobre suelo infestado con *D. destructor* aún cuando este efecto no fue significativo.

CUADRO 10 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en la longitud radical (cm) de seis especies vegetales, 45 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	C.V
Acelga	9,54 a	10,42 a	5,48 b	0,302
Avena	15,38 a	13,45 a	18,46 a	0,207
Ballica	16,78 a	20,48 a	17,46 a	0,196
Quinguilla	11,63 a	9,38 a	7,40 a	0,287
Lupino	16,05 a	17,63 a	13,25 a	0,347
Trigo	14,04 a	16,50 a	18,17 a	0,230

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.2.5 Peso fresco radical a los 45 días de siembra. En el Cuadro 11 se observa que existió una disminución en los tratamientos infestados con el género *Ditylenchus* en la mayoría de las especies vegetales con la excepción de lupino y quinguilla.

Acelga y ballica presentaron una disminución estadística en el peso fresco radical en el suelo infestado con *D. destructor* en comparación con sus testigos, resultados atribuibles a la presencia de nemátodos en el suelo.

CUADRO 11 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en el peso fresco (g) radical de seis especies vegetales, 45 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	CV
Acelga	0,32 a	0,27 a	0,05 b	0,617
Avena	0,98 a	0,29 b	0,90 ab	0,578
Ballica	1,22 a	0,55 b	0,57 b	0,444
Quinguilla	0,48 a	0,31 a	0,22 a	0,481
Lupino	1,96 a	1,90 a	2,22 a	0,369
Trigo	1,42 a	0,81 b	1,03 ab	0,391

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

En el caso de *D. dipsaci* avena, ballica y trigo mostraron un menor peso fresco radical en comparación con sus testigos, por su parte Quinguilla y lupino no se vieron afectados por ninguna de las especies de *Ditylenchus*

4.2.6 Altura de plantas a los 90 días de siembra. Para la segunda evaluación (Cuadro 12) en general no existieron diferencias estadísticas de altura entre los tratamientos. Solo se registro un menor crecimiento en el testigo de ballica con 36,91 cm. Al compararlo con los 45 días se puede indicar que en ambas fechas casi no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos en las diferentes especies; también, se puede señalar que a los 90 días en varias ocasiones los tratamientos infestados con *Ditylenchus* presentaron aparentemente una mayor altura que el testigo, no alcanzando esta diferencia a tener un valor estadístico.

CUADRO 12 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en la altura (cm) de seis especies vegetales, 90 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	C.V
Acelga	15,54 a	13,06 a	15,71 a	0,168
Avena	43,33 a	51,06 a	60,69 a	0,234
Ballica	36,91 b	48,73 a	40,15 ab	0,178
Quinguilla	29,63 a	25,96 a	22,92 a	0,198
Lupino	28,25 a	50,63 a	31,00 a	0,391
Trigo	32,00 a	35,04 a	31,00 a	0,133

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.2.7 Número de hojas a los 90 días de siembra. En general, (Cuadro 13) no existió una tendencia clara en las diferentes especies ya que en algunas el mayor número de hojas se encontró en las plantas testigo y en otras se registro un mayor número de hojas en las plantas infestadas con *D. dipsaci* y/o *D. destructor*.

En el caso de avena el testigo entregó un valor de 17,17 hojas por planta el cual fue superior a los tratamientos infestados con *D. dipsaci* (5,92) y *D. destructor* (6,39). En trigo sucedió el único efecto donde los tratamientos infestados desarrollaron un número de hojas significativamente inferior al testigo.

CUADRO 13 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en el número de hojas de seis especies vegetales, 90 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	C.V
Acelga	6,43 b	10,88 a	9,08 ab	0,251
Avena	17,17 a	5,92 b	6,39 b	0,567
Ballica	4,69 b	9,23 a	10,08 a	0,349
Quinguilla	6,00 a	5,58 a	8,04 a	0,364
Lupino	15,50 a	16,38 a	21,50 a	0,247
Trigo	9,92 a	5,83 b	5,92 b	0,315

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.2.8 Peso fresco aéreo a los 90 días de siembra. Transcurridos 90 días desde siembra se apreció que en todas las especies vegetales el testigo registró un mayor valor numérico del peso fresco aéreo que los tratamientos infestados con *Ditylenchus*, aún cuando esta tendencia no siempre fue estadísticamente significativa.

De acuerdo al Cuadro 14, las plantas de avena desarrolladas en suelo infestado con *D. dipsaci* y *D. destructor* registraron una disminución en su peso fresco aéreo alcanzando solo los 0,74 g y 0,52 g respectivamente a los 90 días de siembra

En quinguilla, por otra parte, se observó algo similar ya que el testigo registró 2,11g, al desarrollarse en suelo infestado con *D. dipsaci* 1,32 g, sin diferencia significativa entre estos tratamientos, pero si con *D. dipsaci* (0,34 g). En lupino igualmente existió una disminución del peso fresco aéreo en el tratamiento con *D. destructor* (2,85 g), en contraste con los 5,81 g que registraron las plantas testigo.

En las plantas de trigo también existió una disminución del peso fresco aéreo tanto en el tratamiento infestado con *D. dipsaci* (0,41 g) como en las plantas expuestas

a *D. destructor* (0,67 g) al ser comparados con el testigo (1,82 g). Acelga y ballica no presentaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

CUADRO 14 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en el peso fresco (g) aéreo de seis especies vegetales, 90 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	C.V
Acelga	3,94 a	3,13 a	3,17 a	0,456
Avena	2,40 a	0,74 b	0,52 b	0,754
Ballica	1,48 a	1,40 a	1,39 a	0,179
Quinguilla	2,11 a	1,32 ab	0,34 b	1,244
Lupino	5,81 a	4,67 ab	2,85 b	0,474
Trigo	1,82 a	0,41 b	0,67 b	0,733

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.2.9 Longitud radical a los 90 días de siembra. Luego de 90 días de siembra se observó (Cuadro 15) que en la mayoría de las especies vegetales el testigo registró un mayor valor en su longitud radical que en los tratamientos infestados. Paralelamente al comparar las dos fechas de medición (45 y 90 días) se puede indicar que los mayores disminuciones en longitud radical se detectaron a la segunda evaluación.

Así a los 90 días existieron diferencias estadísticas en la longitud radical de acelga, ya que las plantas desarrolladas en suelo infestado con *D. dipsaci* promediaron 7,14 cm y las desarrolladas en suelo infestado con *D. destructor* 7,37 cm, valores significativamente menores que el testigo (11,04 cm). En el caso de avena el testigo midió 12,91 cm de longitud radical existiendo una disminución significativa en las plantas desarrolladas en suelo infestado con *D. destructor* con sólo 8,5 cm.

A su vez en quinguilla se registró un comportamiento similar al ocurrido en avena, ya que la longitud radical de las plantas testigo (10,50 cm) fue significativamente superior al largo radical de las plantas desarrolladas sobre suelo infestado con *D. destructor* (6,08 cm) y *D. dipsaci* (7,37cm) . En ballica se observaron diferencias significativas entre el testigo (15,90 cm) y el sustrato infestado con *D. destructor* (10,30 cm).

En lupino se presentó un efecto significativo en la longitud radical entre el testigo (13.62 cm) y el tratamiento infestado con *D. dipsaci* (7,93 cm). Finalmente, en el caso de trigo el tratamiento testigo midió 10,26 cm de longitud radical siendo mayor estadísticamente a los 6,91 cm de longitud radical registrado en plantas desarrolladas en suelo infestado con *D. dipsaci*.

CUADRO 15 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en la longitud radical (cm) de seis especies vegetales, 90 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	C.V
Acelga	11,04 a	7,37 b	7,14 b	0,267
Avena	12,91 ab	15,02 a	8,50 b	0,302
Ballica	15,90 a	12,34 ab	10,30 b	0,228
Quinguilla	10,50 a	7,37 b	6,08 b	0,320
Lupino	13,62 a	7,93 b	8,00 ab	0,365
Trigo	10,26 a	6,91 b	10,33 a	0,217

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.2.10 Peso fresco radical a los 90 días de siembra. En general, transcurridos 90 días desde siembra, se observó un mayor valor del peso fresco radical en el testigo que en los tratamientos infestados, aun cuando esta tendencia no siempre fue respaldada estadísticamente. Así en el Cuadro 16 se observa que en acelga el peso fresco radical obtenido en el sustrato infestado con *D. dipsaci* (0,97 g) y en el infestado con *D. destructor* (1,06 g) presentaron una disminución significativa a los 90 días de siembra al ser comparados con el testigo (2,94 g).

En avena se observaron diferencias significativas entre el testigo (1,23 g) y ambos tratamientos infestados donde las plantas desarrolladas en sobre suelo infestado con *D. dipsaci* (0,60) y *D. destructor* (0,23 g) mostraron disminuciones. En ballica y lupino se observó una disminución significativa en este parámetro sobre las plantas desarrolladas sobre sustrato infestado con *D. destructor*

Por lo anterior, se puede afirmar en una primera instancia que *D. destructor* fue capaz de provocar un daño en la raíz de cuatro de las seis especies vegetales afectando el peso fresco radical.

Al comparar los resultados obtenidos a las dos fechas de medición (45 y 90 días) se puede indicar que: en la primera fecha de evaluación existieron especies desarrolladas sobre suelo infestado con *Ditylenchus* que disminuyeron su peso fresco radical al ser comparadas con el testigo; a la segunda fecha estas diferencias de peso fresco radical se acentuaron entre el testigo y los tratamientos en las diferentes especies.

CUADRO 16 Efecto de sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor* en el peso fresco (g) radical de seis especies vegetales, 90 días desde siembra.

Especie	Testigo	<i>D. dipsaci</i>	<i>D. destructor</i>	C.V
Acelga	2,94 a	0,97 b	1,06 b	0,615
Avena	1,23 a	0,60 b	0,23 c	0,565
Ballica	1,58 a	1,27 ab	0,64 b	0,467
Quinguilla	1,13 a	0,64 a	0,45 a	0,635
Lupino	2,62 a	1,39 ab	0,70 b	0,663
Trigo	1,70 a	0,68 a	1,09 a	0,722

(*); Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas entre los promedios según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

4.3 Síntomas observados en las plantas.

A medida que se desarrolló el ensayo, se realizaron periódicamente observaciones visuales con el objetivo de detectar síntomas atribuibles a la acción de *D. dipsaci* o de *D. destructor* sobre las diferentes especies.

En general, los síntomas provocados por *D. dipsaci* y *D. destructor* no fueron específicos para cada una de las especies, presentándose síntomas muy similares sobre las plantas desarrolladas sobre los sustratos infestados. De acuerdo a lo observado, a los 45 días se notaron síntomas sobre los tratamientos infestados como: clorosis, deformación de hojas, distorsión de tallo, adelgazamiento de tallos y achaparamiento de plantas. En general a los 90 días se presentaron los mismos

síntomas en mayor intensidad, agregándose un mayor efecto de *D. destructor* en el sector radical de las plantas. A continuación en la Figura 3 y 4 se presentan algunos efectos.



FIGURA 3 Plantas de ballica desarrolladas sobre suelo infestado con *D. dipsaci*, *D. destructor* y en suelo testigo.



FIGURA 4 Deformación y clorosis de hoja de avena desarrollada sobre suelo infestado con *D. dipsaci* (T1).

4.4 Nivel de infestación de *D. dipsaci* y *D. destructor*.

Una vez evaluados los parámetros de desarrollo de las plantas se realizaron análisis nematológicos al sustrato y a las plantas con el fin de determinar el número y distribución de ambos nemátodos.

4.4.1 Número de *D. dipsaci* por maceta a los 45 y 90 días. En la Figura 5 se observa que el número de individuos *D. dipsaci* recuperado desde las macetas (planta y suelo) a través del ensayo fue mayor a los 45 días en la mayoría de las especies, con la excepción de avena y trigo.

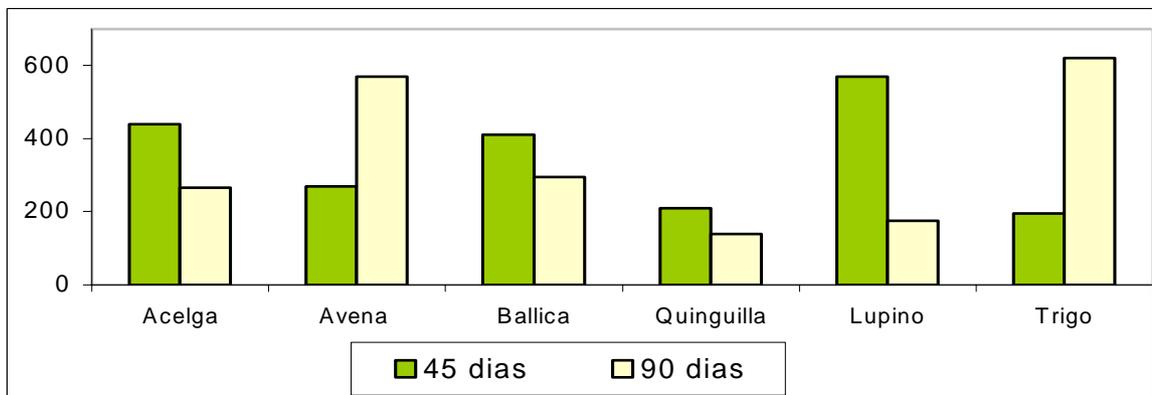


FIGURA 5 Número total de individuos *D. dipsaci* recuperados a los 45 y 90 días desde siembra por maceta (planta y suelo).

En el Cuadro 17 donde se presenta y compara el número total de individuos *D. dipsaci* recuperados por desde las plantas y desde el suelo, destaca que *D. dipsaci* se presentó siempre en mayor cantidad en el suelo y en menor cantidad en las plantas. La presencia permanente de individuos en el sustrato a la segunda medición pudo deberse a la reproducción y retorno al suelo del nematodo desde las plantas.

El número total de individuos por plantas en cinco de las seis especies (acelga, avena, ballica, quinguilla y lupino) disminuyó en la segunda medición y sólo en trigo *D. dipsaci* fue capaz de aumentar su población total en la planta. También se aprecia en el Cuadro 17 que existe una disminución considerable de *D. dipsaci* en el sustrato de cuatro especies vegetales (acelga, ballica, quinguilla y lupino) de un total de seis, solamente en el caso de avena y trigo aumentó el número total de nemátodos en el suelo.

Cuadro 17 Número de *D. dipsaci* por maceta a los 45 días y 90 días desde siembra.

Especie	45 días				90 días			
	plantas	desv ¹	suelo	desv	plantas	desv	Suelo	desv
Acelga	115*	± 41,23	325	± 95,74	65	± 34,16	200	± 81,65
Avena	70	± 25,82	200	± 00,00	45	± 10,00	525	±221,74
Ballica	85	± 52,61	325	± 95,74	70	± 25,82	225	± 50,00
Quinguilla	60	± 36,51	150	± 129,10	40	± 28,28	100	± 81,65
Lupino	70	± 11,55	500	± 244,95	50	± 25,82	125	± 95,74
Trigo	20	± 28,28	175	± 125,83	45	± 30,00	575	±287,23

*Promedio obtenido a partir de cuatro repeticiones.

¹ Desviación standard.

4.4.2 Número de *D. destructor* por maceta a los 45 y 90 días. En la Figura 6 se observa que en cuatro especies se recuperó un mayor número de individuos *D. destructor* desde las macetas (suelo y plantas) a los 45 días, con la excepción de acelga y avena en las cuales el mayor número de nemátodos se recuperó a los 90 días.

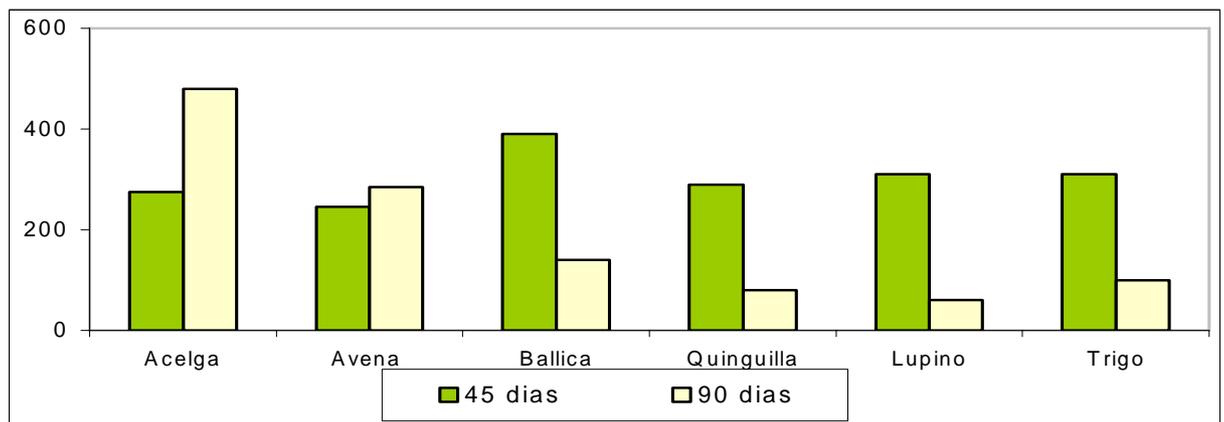


FIGURA 6 Número total de individuos *D. destructor* recuperados los 45 y 90 días desde siembra por maceta (planta y suelo).

En el Cuadro 18 se observa que se presentó una disminución en el número de individuos *D. destructor* por maceta en cuatro de seis especies vegetales (avena,

ballica, Quinguilla, lupino) a los 90 días de siembra y solamente en acelga y trigo el nemátodo aumento su población en la segunda medición.

En cuanto a la variación en el número de individuos de *D. destructor* en el suelo, al comparar las dos épocas de medición, se detectó que en ballica, Quinguilla, lupino y trigo la población de *D. destructor* disminuyó, solo acelga y avena aumentaron el número de individuos en el suelo a los 90 días.

Cuadro 18 Número de *D. destructor* por maceta a los 45 días y 90 días desde siembra.

Especie	45 días				90 días			
	plantas	desv ¹	suelo	desv	plantas	desv	suelo	desv
Acelga	50*	± 34,64	225	± 95,74	130	± 101,32	350	± 57,74
Avena	70	± 11,55	175	± 50,00	35	± 19,15	250	± 129,10
Ballica	215	± 86,99	175	± 50,00	65	± 37,86	75	± 50,00
Quinguilla	90	± 20,00	200	± 141,40	30	± 11,55	50	± 57,74
Lupino	60	± 16,33	250	± 100,00	35	± 19,15	25	± 50,00
Trigo	35	± 17,15	275	± 50,00	50	± 11,55	50	± 57,74

*Promedio obtenido a partir de cuatro repeticiones.

¹ Desviación standard.

4.4.3 Nivel de infestación de *D. dipsaci* y *D. destructor* en el tejido vegetal. Para calcular el nivel de infestación del nemátodo desde la maceta a cada planta se usó la siguiente fórmula.

$$\text{Número promedio de nemátodos/planta} = \frac{\text{Número promedio de nemátodos/maceta}}{\text{Número de plantas /maceta}}$$

En este punto es necesario destacar que el número de plantas por maceta varió según las diferentes especies, a pesar de ello sólo en un par de ocasiones no se dio una relación lineal entre el promedio de individuos por maceta y por planta, lo cual es reflejado en los análisis estadísticos que se realizan en cada caso.

4.4.3.1 Número y distribución de *D. dipsaci* por planta a los 45 y 90 días de siembra. A los 45 días *D. dipsaci* se encontró presente en todas las especies vegetales. En el

Cuadro 19 se aprecia que el mayor número de individuos se encontró en acelga (45,8) y lupino (45,0), seguido de avena, ballica, Quinguilla (entre 24,2 y 29,2) en el caso de trigo el nivel de infestación fue bajo (7,5).

CUADRO 19 Número de *D. dipsaci* extraídos desde plantas a los 45 y 90 días de siembra.

Especie vegetal	45 días	90 días
Acelga	45,8 a	32,5 a
Avena	29,2 ab	19,2 a
Ballica	27,5 ab	20,0 a
Quinguilla	24,2 ab	19,2 a
Lupino	45,0 a	42,5 a
Trigo	7,5 b	17,5 a

*letras distintas en la misma columna denotan diferencias significativas según Tuckey<0,05%.

A los 90 días el número de individuos por planta no presentó diferencias entre las especies vegetales. Los resultados indicaron que el número total de individuos *D. dipsaci* fue menor que a los 45 días, a excepción de trigo, (Cuadro 19).

4.4.3.2 Distribución de *D. dipsaci* en la planta a los 45 días de siembra. Al analizar la distribución porcentual de *D. dipsaci* en las especies vegetales (Figura 7) se observó que en acelga, ballica, quinguilla y trigo predominó la infestación del sector aéreo en relación con el porcentaje de individuos en raíces, solo avena y lupino presentaron un mayor nivel de infestación en el sector radical que en el sector aéreo.

En las plantas de trigo la distribución de *D. dipsaci* la planta se concentró en un 100 % en el sector aéreo, en cambio en todas las demás especies existió un ataque de *D. dipsaci* en ambos sectores de la planta.

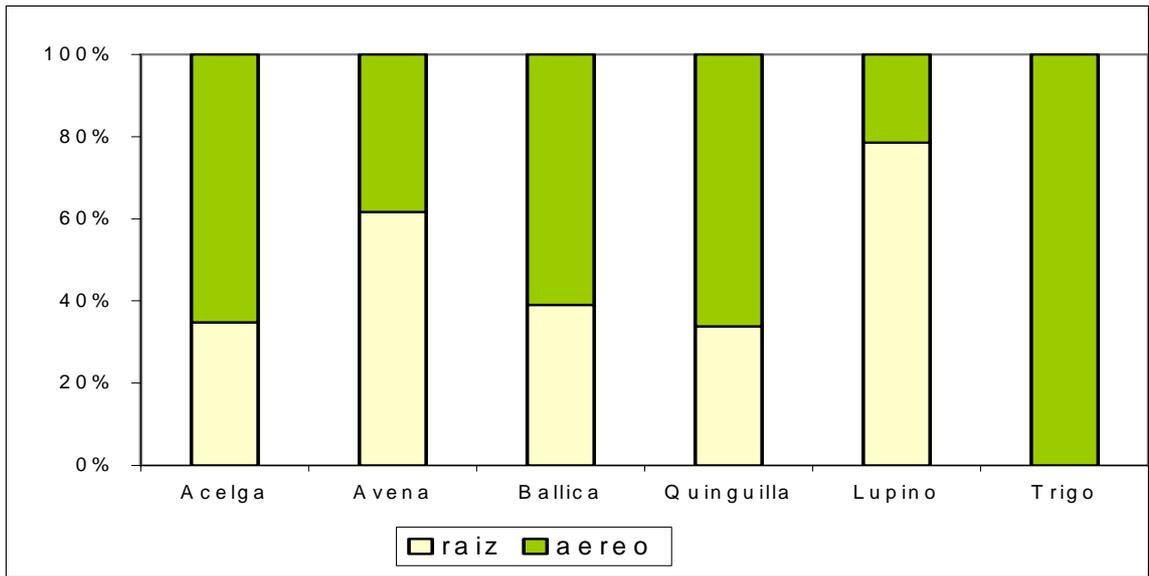


FIGURA 7 Distribución porcentual de *D. dipsaci* en la planta a los 45 días desde siembra.

4.4.3.3 Distribución de *D. dipsaci* en la planta a los 90 días de siembra. En la Figura 8 se puede observar que en la segunda medición *D. dipsaci* se presentó en un mayor porcentaje en la zona aérea como se detalla a continuación: acelga 92,3 %, ballica 71,4%, quinguilla 52%, lupino 53% y trigo 77,8%.

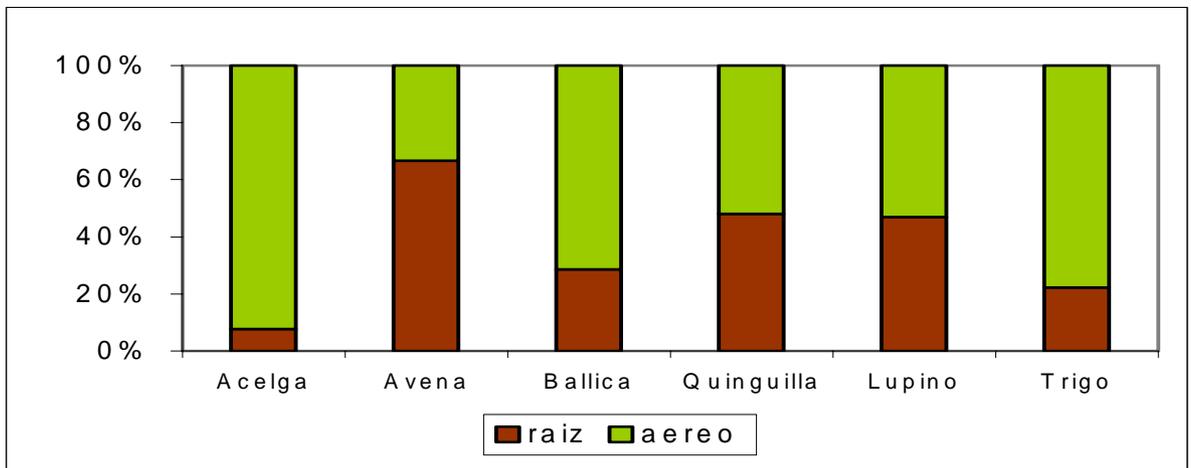


FIGURA 8 Distribución porcentual de *D. dipsaci* en la planta a los 90 días desde siembra.

4.4.3.4 Número de *D. destructor* por planta a los 45 y 90 días de siembra. En el Cuadro 20 se observa que la mayor infestación de individuos/planta se obtuvo en ballica (60,8) la cual fue significativamente mayor que acelga (20,0) y trigo (17,5). Por su parte avena (31,7), quinguilla (40,8) y lupino (35,0), exhibieron un número medio de nemátodos.

CUADRO 20 Número de *D. destructor* extraídos desde plantas a los 45 y 90 días de siembra.

Especie vegetal	45 días	90 días
Acelga	20,0 bc	58,8 a
Avena	31,7 abc	14,2 b
Ballica	60,8 a	20,8 ab
Quinguilla	40,8 ab	9,2 b
Lupino	35,0 abc	17,5 ab
Trigo	17,5 c	32,5 b

*letras distintas en la misma columna denotan diferencias significativas según Tuckey<0,05%.

Al comparar los resultados obtenidos a los 45 días con los de los 90 días se observó que los 90 días el número de individuos por planta fue mayor solo en acelga y trigo en los restantes cuatro casos (avena, ballica, quinguilla, lupino) disminuyó el número promedio de individuos por planta a la segunda evaluación; A los 90 días acelga obtuvo el mayor número de nemátodos (58,8), estadísticamente ballica (20,8) y lupino (17,5) fueron iguales a acelga, aún cuando numéricamente presentan una disminución en el número de individuos / planta.

En avena, quinguilla y trigo el total de individuos *D. destructor* / planta fue significativamente menor a los 90 días.

4.4.3.5 Distribución de *D. destructor* en la planta a los 45 días de siembra. En la Figura 9 se observa que *D. destructor* fue capaz de infestar tanto la parte aérea como radical de todas las especies, siendo predominante en el sector radical en: avena (63,2%), ballica (87,7%) y lupino (67,3%).

En acelga (48%), quinguilla (34,7%) y trigo (42,9%) un porcentaje menor al 50% de los individuos de *D. destructor* estuvo en el sector radical.

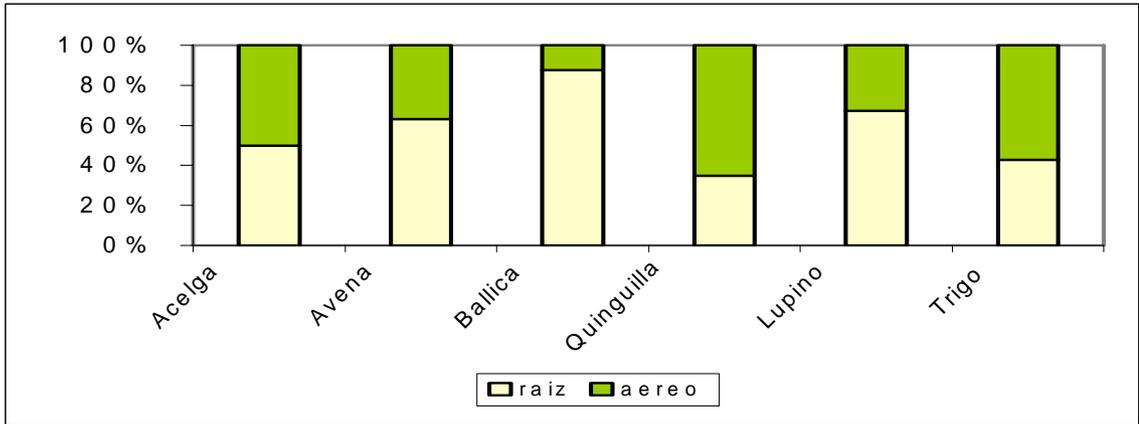


FIGURA 9 Distribución porcentual de *D. destructor* en la planta a los 45 días desde siembra.

4.4.3.6 Distribución de *D. destructor* en la planta a los 90 días de siembra. En esta fecha en cinco de seis de las especies el nemátodo se concentró mayormente en el sector radical y siguió el patrón establecido en la primera evaluación. Llama la atención que en acelga se encontró a *D. destructor* en un bajo porcentaje en el sector radical al igual que a los 45 días.(Figura 10).

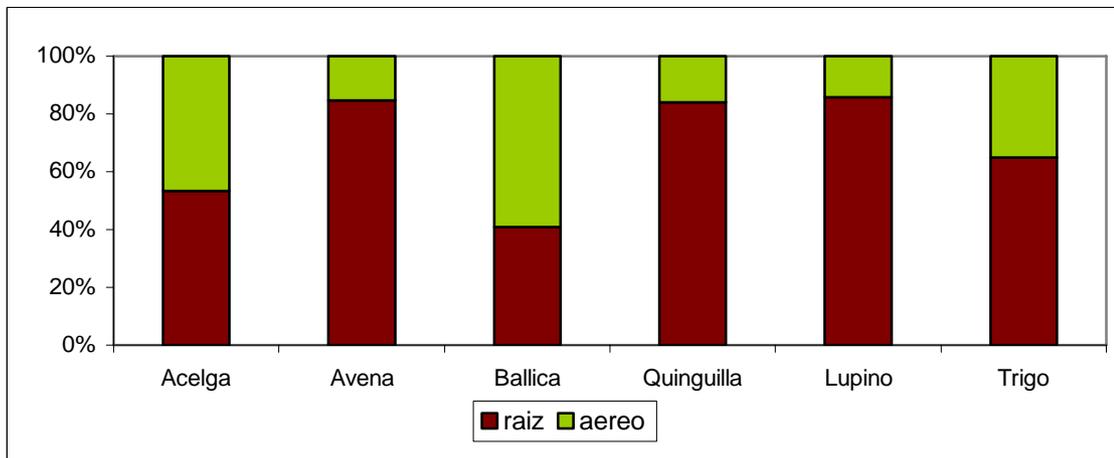


FIGURA 10 Distribución porcentual de *D. destructor* en la planta a los 90 días desde siembra.

En el caso de trigo, *D. destructor* aumentó su presencia porcentual en raíz con respecto a la primera medición. Las especies en que *D. destructor* se observó en mayor porcentaje en el sector radical fue en: acelga 53,2%, avena 84,7%, Quinguilla 83,9%, lupino 85,7% y trigo 64,8%.

5 DISCUSION

En el presente ensayo se midió el comportamiento de seis especies vegetales cultivadas en sustratos infestados con *D. dipsaci* y *D. destructor*. De acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadros 19 y 20), en general ambos nemátodos fueron capaces de infestar a las especies vegetales evaluadas: acelga, avena, ballica, quinguilla, lupino y trigo. De acuerdo a literatura, *D. dipsaci* tiene un amplio rango de hospederos entre los cuales se cuentan las especies evaluadas en este ensayo además de gramíneas y leguminosas (SPIEGEL *et al.*, 2003 y EPPO 2005b). No obstante, en el caso de *D. destructor* el rango de especies hospederas es mas reducido (MAGUNACEYA y DAGNINO, 1993). MAC GUIDWIN (1991) había determinado que *D. destructor* infestaba: alfalfa, avena, maíz, poroto y trébol rosado.

Según TAYLOR (1971) el nivel de multiplicación que alcanza una especie de nemátodo en la planta indica si ésta es hospedera o no. Sobre el tema, Johnson (1985), Ferris y Greco (1992) citados por SIDDIQUI (2003) señalan que las plantas que son pobres hospederas de nemátodos mantienen las poblaciones en un nivel bajo. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede señalar que si bien durante el desarrollo del ensayo tanto *D. dipsaci* como *D. destructor* lograron infestar a las diferentes especies vegetales, ninguno de ellos se reprodujo lo suficiente como para permitir el crecimiento de la población inicial de nemátodos (Figura 5 y 6). Este resultado concuerda parcialmente con lo experimentado por TENENTE *et al.* (2000) quien, luego de exponer 20 posibles hospederos a poblaciones de *D. dipsaci*, indica que sólo dos de ellos (flox y ajo) permitieron alguna reproducción de las poblaciones de nemátodos.

También MAC GUIDWIN (1992) registró un bajo porcentaje de individuos *D. dipsaci* recuperados desde las macetas; entre un 16% (en alfalfa) y un 1% (en avena) de la población inoculada en su ensayo. Al aplicar estos porcentajes sobre el inóculo inicial (2600 individuos) del presente ensayo, se observa que el bajo número de

individuos recuperados por maceta (Cuadros 17 y 18) se enmarca dentro de los resultados porcentuales obtenidos por este autor.

ELGIN *et al.* (1974) indican que los niveles de inóculo y el método de aplicación tiene influencia sobre la infestación de *D. dipsaci* sobre la planta y afectan la cantidad final de nemátodos recuperados desde el material vegetal; el mismo autor agrega que el método mas adecuado es cuando se ubica el inóculo sobre las semillas. Por su parte, MAC GUIDWIN (1992) indica que para *D. destructor* el mayor número de nemátodos recuperados desde plántulas de poroto lo obtuvo a partir de semillas sembradas en suelo infestado con el nemátodo. En base a lo anterior se puede señalar que el método utilizado en este ensayo cumplió en parte con lo indicado por MAC GUIDWIN (1992), puesto que las semillas fueron sembradas en un sustrato infestado naturalmente sobre el cual los nemátodos estaban supuestamente homogéneamente distribuidos.

Dentro de las especies evaluadas en el presente ensayo tanto avena como trigo habían sido reportadas como hospederas de *D. dipsaci* y/o de *D. destructor* por diferentes autores (COSAVE, 2003a; COSAVE, 2003b). Es por ello que una posible explicación al bajo número de nemátodos recuperados desde estas especies se pueda deber, según DE WAELE *et al.* (1991), a diferencias en el método de inoculación utilizado en otros ensayos. Aún cuando esta baja de individuos tendría una explicación más general según MIYAGAWA y BERT LEAR (1970) quienes indicaron que una disminución en la población de *D. dipsaci* es esperada en el tiempo, especialmente cuando los hospederos son desfavorables y cuando los organismos son parásitos obligados. A lo anterior se debe agregar el hecho de existencia de razas en *D. dipsaci* las cuales presentan diferente virulencia hacia diferentes especies vegetales (VEGA, 1991; MANZANILLA *et al.*, 2004).

Es importante señalar que en este ensayo no se identificó la raza de *D. dipsaci* presente, debido a que se trabajó con una población local (suelo Sta Rosa), lo que si bien en una primera instancia pudo ser considerada una debilidad del experimento, debido a que pudo suceder que algunas especies vegetales no fueron infestadas por su raza específica (DOUDA, 2005), también puede considerarse una ventaja ya que al

utilizar una población local, se trabajó con una situación real a la cual están expuestas las plantas en el predio de un agricultor. De hecho (VEGA, 1991) indica que en suelos cultivados es factible encontrar mezclas de razas interactuando.

En las Figuras 5 y 6 se observa una disminución en el número de nemátodos con respecto al inóculo original (2600/250 cc de suelo). Sobre ello DROPKIN (1980) indica que la existencia de una alta población inicial en el sustrato puede afectar la dinámica de la población tendiendo ésta a un equilibrio natural. Al respecto, SEINHORST (1967) señala que la densidad de equilibrio de *D. dipsaci* sobre cebolla es de 0,2 a 1,7 nemátodos/ g de suelo; considerando este dato es posible que el punto de equilibrio en el presente ensayo no logre superar los 400 individuos al tener sólo 250 g de suelo por maceta. Otro factor a considerar es la duración del ciclo de vida de *D. dipsaci* y *D. destructor* el cual es afectado por diversos factores ambientales tales como la temperatura; así es posible que esta afectara la duración del ciclo de ambas especies lo que eventualmente disminuyó el número de generaciones en el transcurso del ensayo; NORTON (1978), SOUTHEY (1978) y SASSER (1989) indican que, además de la temperatura y el sustrato, la textura y la humedad afectan el desarrollo de las poblaciones de nemátodos.

Según NORTON (1978) el movimiento de los nemátodos en el suelo puede ser afectado por la interacción de factores del suelo como: temperatura, humedad y textura; dato a considerar ya que, en este ensayo el registro promedio de la temperatura ambiente máxima y mínima fue de 32,2 y 18,9 °C respectivamente (Anexo 66). GRIFFIN (1987), señala que a medida que la temperatura ambiente sobrepasa los 25 °C el número de individuos *D. dipsaci* disminuye ostensiblemente en los tejidos de alfalfa, lo que explicaría en parte el bajo número de nemátodos recuperados en este ensayo donde las temperaturas registradas fueron altas. DE WAELE y WILKEN (1990) indican que la temperatura óptima para el desarrollo de la mayoría de las especies de nemátodos fitoparásitos es menor que los 28°C, indicando a la vez que la temperatura óptima para el desarrollo de *D. destructor* aislado desde maní fue de 28° C en su ensayo; GRIFFITH *et al.*, (1999) por su parte señala que la sobrevivencia de *D. destructor* es adversamente afectada cuando se expone a

temperaturas que exceden los 32°C; en el caso de *D. dipsaci* su larva reduce su infestación a los 21°C (GRIFFIN, 1975).

Finalmente se debe destacar que la extracción de nemátodos desde el suelo y plantas se realizó por el método Baermann el cual según STIRLING *et al.* (2002) sólo permite la recuperación de individuos en plena actividad o posibles de reactivar.

Una de las primeras mediciones realizadas fue el registro de la emergencia de las diferentes especies sembradas sobre suelo infestado con *Ditylenchus* (Figura 11), detectándose una disminución de la emergencia en la mayoría de los casos en que el sustrato estuvo infestado, con la excepción de ballica que presentó una mayor emergencia que el testigo en presencia de *D. destructor*.

Este efecto concuerda con la bibliografía la cual señala que *Ditylenchus* provoca una disminución en la emergencia de las plantas. GUIÑEZ (1991), VENTER *et al.* (1991) y TAYLOR y SZOT (2000), afirman que las poblaciones de *D. dipsaci*, provocan una disminución de la emergencia de plántulas, especialmente en gramíneas, incluso AGRIOS (1996) indica que en los campos infestados con *D. dipsaci* la emergencia de plántulas de cebolla se retarda y las poblaciones de plantas disminuyen considerablemente.

AGRIOS (1996), indica que los nemátodos atacan a las semillas en proceso de germinación o a las plántulas jóvenes, penetrando al nivel de la cofia de la raíz o en el hipocótilo. SELMARE *et al.* (1992) por su parte detalla que *D. dipsaci* invade el embrión y la testa de las semillas, y otras veces los cotiledones, causando una disminución en la emergencia, lo que se traduce finalmente en un menor rendimiento de los cultivos. Esta disminución en emergencia según dicho autor se debe a que poblaciones altas de *Ditylenchus* son capaces de provocar daños en las estructuras germinativas de diversas especies vegetales.

En cuanto a la recuperación de los nemátodos en el suelo se observó que a los 45 días *D. dipsaci* evidenció una clara disminución con relación al número inicial de

nemátodos inoculados (Cuadro 17) siendo el menor número de individuos recuperado de quinguilla y el mayor número se recuperó desde lupino.

La disminución de nemátodos en el sustrato también se observó en el caso de *D. destructor* (Cuadro 18) a los 45 días, siendo avena y ballica las especies que presentaron el menor número de nemátodos en el suelo y trigo el mayor número de nemátodos. Algo similar observó BASSON *et al.* (1990), quien indica que menos de 10 individuos *D. destructor* / 200 cm³ fueron obtenidos desde el suelo después de transcurridos 42 días desde la inoculación; este autor señala que, en general, en todas las especies vegetales entre ellas trigo y lupino, el número de individuos recuperados desde el suelo fue menor al número inoculado.

DE WAELE *et al.* (1991) informan haber recuperado pocos individuos (< 35/200 cm³) de *D. destructor* después de 112 días desde un suelo cultivado con una especie susceptible como papa; el mismo autor indica que desde otro cultivo susceptible como es maní se recuperaron sólo 125 individuos/200cm³ al cabo de 112 días luego de inocular una población inicial de 10000 nemátodos.

Según los resultados del presente ensayo solamente en aquellos sustratos infestados con *D. dipsaci* aumentó el número de individuos en el suelo de las macetas a los 90 días (Cuadro 17), siendo a su vez el sustrato con quinguilla el que menos individuos registró tanto a los 45 como a los 90 días. Por su parte, en el caso de *D. destructor* a los 90 días en cuatro especies: ballica, quinguilla, lupino y trigo se obtuvo un menor número de nemátodos en el sustrato, mientras que en avena y acelga este número se incrementó con respecto a la primera evaluación (Cuadro 18).

En el presente ensayo se observó que en la mayoría de los casos *D. dipsaci* registró un mayor número de individuos en el sustrato en relación con *D. destructor* lo cual podría explicarse por la capacidad de resistencia a condiciones adversas que posee *D. dipsaci* (PLOWRIGHT *et al.*,2002).

Al relacionar ambas fechas de evaluación (Cuadro 17 y 18) se desprende que en general existió una disminución de individuos en el suelo a los 90 días con relación a los 45 días tanto para *D. dipsaci* como para *D. destructor*.

Los nemátodos fitoparásitos cumplen la mayor parte de su vida en el suelo o en algún órgano vegetal. Al estar en el sustrato se encuentran en contacto con las raíces, las cuales penetran para luego en el caso de los endoparásitos migratorios dirigirse hacia otras estructuras de la planta (SOUTHEY, 1978; SASSER, 1993). FAULKENER y DARLING (1961) señalan que *D. dipsaci* es atraído por las raíces habiéndolos observado intentando penetrar las células de las raíces. Según WEBSTER (1967) el ingreso de nemátodos por el sector radical no implica necesariamente la reproducción de *D. dipsaci* en las plantas. Considerando lo anterior y basándose en los resultados obtenidos en este ensayo, se puede afirmar que *D. dipsaci* y *D. destructor* se distribuyeron tanto en el sector aéreo como radical (Figuras: 7, 8, 9 y 10) de las diferentes especies, con la sola excepción de las plantas de trigo desarrolladas sobre sustrato infestado con *D. dipsaci* lo cual según MAGUNACELAYA y DAGNINO (1999) se debió a que ambos nemátodos poseen un hábito de vida endoparásito migratorio.

Blacke (1962), Riedel y May (1971) citados por GRIFFITH (1997b) informan que la penetración de *D. dipsaci* en trébol blanco activa una serie de cambios metabólicos en los tejidos del hospedero, luego que los nemátodos se diseminan desde los sitios de penetración hacia los estolones; estos cambios metabólicos causan modificaciones estructurales de los tejidos del hospedero, incluyendo separación de células, hinchazones y/o colapso de ellas con el fin de permitir el movimiento de los nemátodos intercelularmente, lo cual se traduce en efectos sobre el desarrollo de las plantas.

En el Cuadro 21 se resume el efecto de *D. dipsaci* sobre los parámetros de desarrollo de las plantas en este ensayo; en el se observa que si bien la altura de las plantas desarrolladas sobre suelo infestado con *D. dipsaci* no fue afectada, los demás parámetros (número de hojas, peso fresco aéreo, longitud radical y peso fresco radical) mostraron disminuciones significativas en las especies evaluadas, las cuales fueron aun más evidentes en el sector radical (longitud radical y peso fresco radical) a los 90 días de siembra.

Cuadro 21 Efecto de *D. dipsaci* sobre los parámetros de desarrollo de las plantas a los 45 y 90 días de siembra.

Días desde siembra	Altura		Nº Hojas		Peso fresco aéreo		Longitud radical		Peso fresco radical	
	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90
	Acelga	*	-	-	-	-	-	-	+	-
Avena	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+
Ballica	-	-	-	-	*	-	-	*	+	*
Quinguilla	-	-	-	-	-	*	-	+	-	-
Lupino	-	-	-	-	-	*	-	*	-	*
Trigo	-	-	-	+	-	+	-	+	+	-

+ = Hubo efecto una disminución significativa.

- = No hubo efecto significativo.

* = Hubo disminución pero no fue significativa.

En el Cuadro 22 se observa el resumen del efecto de *D. destructor* sobre los parámetros de desarrollo de las plantas, observándose una tendencia similar a la de *D. dipsaci* (Cuadro 21) debido a que la altura y número de hojas también fueron poco afectados por *D. destructor*, en cambio el peso fresco aéreo, longitud radical y peso fresco radical disminuyeron en la mayoría de las especies vegetales al desarrollarse sobre suelo infestado con *D. destructor* sobre todo a los 90 días desde siembra.

A partir de estos resultados (Cuadros 21 y 22) se puede señalar que en general los parámetros menos afectados por ambos nemátodos a las dos fechas de evaluación fueron: altura y número de hojas y los parámetros de desarrollo más afectados por *D. dipsaci* como por *D. destructor* fueron: longitud radical y peso fresco radical.

El parámetro en que más especies vegetales se vieron afectadas a los 45 días fue el peso fresco radical, debido a que este disminuyó en avena, ballica y trigo en el caso de *D. dipsaci* (Cuadro 21), a su vez las especies que sufrieron una disminución en su peso fresco radical desarrolladas sobre suelo infestado con *D. destructor* (Cuadro 22) fueron acelga y ballica, lo que podría ser explicado por que al penetrar los nemátodos a las raíces provocan un daño en estas para luego emigrar a otros sectores

VENTER y MELLER (1991), señalan que altas densidades de *D. dipsaci*, causan una disminución del peso de raíces, sector aéreo e incluso semillas de muchas especies vegetales. Esto se detectó en parte de los resultados de este ensayo debido a que sólo en algunos casos se registró una disminución en dichos parámetros de desarrollo de las plantas en las especies cultivadas sobre suelo infestado, lo cual pudo deberse entre otras razones a un bajo tiempo de interacción entre los nemátodos y la plantas (PLOWRIGHT *et al.*,2002), y por otra a que las condiciones bajo las que desarrollo el ensayo: temperatura, riego frecuente y uso de un sustrato adecuado fueron capaces de disminuir el posible efecto de los nemátodos sobre ellas (KRAUSZ, 1995).

A partir de los Cuadros (21 y 22) se puede señalar que ninguna de las especies de *Ditylenchus* demostró un efecto claro y evidente en los parámetros de desarrollo de cada especie vegetal.

Bajo las condiciones en que se realizó este ensayo se detectó que en ambas mediciones *D. dipsaci* afectó con mayor magnitud avena y trigo. Sobre el tema WHITEHEAD *et al.*, (1987) indican que *D. dipsaci* produce en cereales como avena y trigo, daños en el tallo y base de las hojas, deformando y en ocasiones necrosando afectando la altura que debiera alcanzar normalmente la planta, a pesar que este último parámetro no se afectó en el presente ensayo.

D. destructor produjo un mayor efecto en acelga, avena y ballica. Sobre el efecto de *D. destructor* MAC GUIDWIN (1991) señala que es capaz de infestar y provocar síntomas en avena mientras que para las restantes especies evaluadas no se encontraron antecedentes sobre el efecto de este nemátodo.

En los Cuadros 21 y 22 se aprecia que tanto lupino como quingilla al desarrollarse sobre suelo infestado con *D. dipsaci* y *D. destructor* casi no presentan una disminución de su desarrollo cuando crecieron en suelo infestado. NOMBELA *et al.* (1985) señalan que en general las leguminosas son mejores hospederos que los cereales para *D. dipsaci*, siendo el hospedero el factor que más influye sobre la abundancia y distribución del nemátodo.

Cuadro 22 Efecto de *D. destructor* sobre los parámetros de desarrollo de las plantas a los 45 y 90 días de siembra.

Días desde siembra	Altura		Nº Hojas		Peso fresco aéreo		Longitud radical		Peso fresco radical	
	45	90	45	90	45	90	45	90	45	90
	Acelga	+	-	-	*	-	-	+	+	+
Avena	-	-	-	+	-	+	-	+	*	++
Ballica	-	*	-	-	+	-	-	+	+	+
Quinguilla	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
Lupino	-	-	+	-	-	+	-	*	-	+
Trigo	-	-	-	+	-	+	-	-	*	-

+ = Hubo efecto una disminución significativa.

- = No hubo efecto significativo.

* = Hubo disminución pero no fue significativa.

En relación a quinguilla, en la primera evaluación no existieron disminuciones en sus parámetros planta al desarrollarse sobre suelo infestado con *D. dipsaci* como con *D. destructor*, mientras que en la segunda evaluación se afectó el peso fresco aéreo y el largo de raíz. El bajo efecto de *D. dipsaci* y *D. destructor* sobre quinguilla es respaldado por bibliografía ya que DE WAELE *et al.*, (1990) indican que según sus ensayos *Chenopodium album* L. no es un buen hospedero de *D. destructor*, lo que se confirmaría con los pobres efectos de *D. destructor* sobre la misma especie en este ensayo. Por otra parte INSUNZA y VALENZUELA (1995) encontraron que los extractos frescos de *Chenopodium ambrosioides* (paico) redujeron la infestación y síntomas de *D. dipsaci* en ajo; el autor señala que no es conocida si la actividad nematocida demostrada por la planta es debido a la acción de un compuesto o un conjunto de compuestos; al ser especies pertenecientes a la misma familia es posible que *Chenopodium album* L. posea el mismo efecto nematocida sobre *D. dipsaci*. Lo anterior es respaldado por TAYLOR (1971) quien indica que las plantas hospederas o no hospederas de los nemátodos se hallan a menudo relacionadas botánicamente.

La medición de los parámetros de desarrollo de las plantas es un indicador de los posibles efectos que pueden producirse sobre las especies vegetales como

consecuencia de su desarrollo sobre suelo infestado; sin embargo no se debe perder de vista que en este ensayo el usar sustratos de diferente origen como se explicó en Material y Método, por lo que los resultados obtenidos deben ser tomados solo como un acercamiento del efecto de los nemátodos sobre plantas.

Durante el transcurso del ensayo se observó la sintomatología atribuible a la acción de los nemátodos. A los 45 días en plantas de ballica, trigo y avena se apreció una distorsión de hojas y tallo, pero solamente en algunas plantas de las macetas, presentándose también diferentes grados de clorosis en algunas de las macetas de las especies vegetales infestadas tanto con *D. dipsaci* como con *D. destructor*.

Estas observaciones coinciden con los síntomas descritos por NOMBELA *et al.*, (1985) para *D. dipsaci* en leguminosas, quien indica la presencia de manchas café oscuras, presentando las plantas afectadas ramas secas y hojas deformes y cloróticas, presentándose a veces deformaciones, engrosamientos o malformaciones en las hojas y tallos.

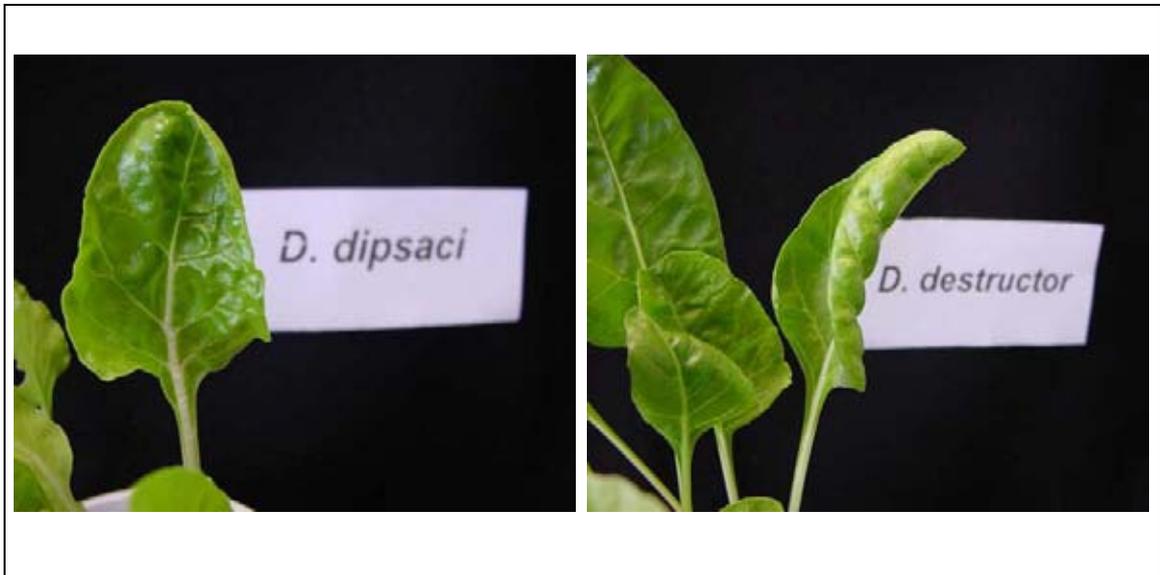


FIGURA 11 Hojas de acelga mostrando síntomas atribuibles a *D. dipsaci* y *D. destructor*.

En la Figura 11 se observan hojas de acelga distorsionadas en plantas desarrolladas en suelos infestados, las cuales coinciden con lo señalado por NOMBELA *et al.*, (1985) y DOUDA (2005) como característica de la infestación de *D. dipsaci* en el sector de las hojas. En el caso de *D. destructor* es necesario indicar que la infestación de este nemátodo sobre varias especies como por ejemplo papa no manifiesta síntomas en el sector aéreo (SAG, 1994), sin embargo el mismo autor señala también que *D. destructor* es capaz de afectar hojas de plantas ornamentales como el tulipán produciendo síntomas que describe como un pobre desarrollo de ellas, sumado a una clorosis apical y deformación.

A los 45 días hubo efecto sobre la altura de las plantas infestadas (Cuadro 8) solamente en acelga, a su vez a los 90 días (Cuadro 13) no existió disminución en este parámetro en ninguna de las especies evaluadas, pero si se registro una menor altura del testigo de ballica y una disminución numérica en avena y lupino de la altura, este efecto en el testigo fue también registrado por ZUÑIGA, (2005) quien encontró que las plantas de ballica infestadas con *D. dipsaci* presentaron una altura superior a aquellas plantas cultivadas en suelo esterilizado en su ensayo, al respecto Goodey (1948), citado por BLAKE (1962), afirma que en tejidos infestados por *D. dipsaci* se liberan auxinas, las cuáles causarían un alargamiento y/o crecimiento celular lo que se traduciría en un mayor desarrollo o altura de la planta atacada.

Sin duda que el sector radical tanto en su peso fresco como en su longitud fue el más afectado a los 90 días post- siembra (Cuadros 15 y 16) e incluso se puede indicar que según los resultados *D. destructor* fue capaz de provocar mayor daño en este sector que *D. dipsaci*.

Los síntomas registrados a los 90 días fueron mas acentuados que a los 45 días sobre todo en el sector radical; en este punto es necesario indicar que al observar el registro de los parámetros de desarrollo de las plantas evaluados y síntomas no se observa que estos estuviesen directamente correlacionados con la presencia de los nemátodos en el tejido ; ello puesto que en la segunda evaluación nematológica (90 días) el número de nemátodos fue menor pero los síntomas y el registro de los parámetros de desarrollo de las plantas fue mayormente afectados lo que concuerda

con lo señalado por PALO (1962) quien encontró que con un alto número de individuos *D. dipsaci* aumentó el peso de la planta, por lo que un alto número de nemátodos no necesariamente debe de disminuir el peso de la planta.

En la Figura 12 se observa el menor desarrollo de las plantas de trigo infestadas con *D. dipsaci* y *D. destructor* a los 45 días de desarrollo. ESCUER (1998) y HYPP (2001) indican que *D. dipsaci* infesta a cereales como avena y trigo disminuyendo su masa radical y aérea lo que se traduce en un menor peso de la planta afectada, mientras TACCONI y AMBROGIONI (1995) señalan que generalmente las gramíneas como ballica, son afectadas al desarrollarse sobre sustrato infestado con *Ditylenchus* los cuales bajo condiciones de temperaturas moderadas provocan una disminución en el peso de las plantas.

En el presente ensayo siempre se registró un peso mayor o igual del testigo con respecto a los tratamientos, tanto en el sector aéreo como radical, coincidiendo con lo observado por DOUDA (2005) quién señala no haber detectado diferencias significativas en la materia seca entre las plantas infestadas y el control.



FIGURA 12 Desarrollo de plantas de trigo en: testigo (T0), *D. dipsaci* (T1) y *D. destructor* (T2).

La presencia de un alto número de individuos del género *Ditylenchus* en el sustrato (2600) no necesariamente implicó que existiera una manifestación de síntomas claros en las plantas. BASSON *et al.* (1992) señalan haber registrado una baja correlación entre los síntomas detectados en la semilla de maní obtenida de plantas inoculadas con 1000 o más individuos *D. destructor*.

En el Cuadro 23 se observa que ambos nemátodos fueron capaces penetrar y multiplicarse en el tejido de las seis especies vegetales: acelga, avena, ballica, quinguilla, lupino y trigo producto de lo cual fue posible registrar su presencia a los 45 y 90 días de siembra. Debido a ello se puede indicar bajo las condiciones de este ensayo no existieron hospederos diferenciales para *D. dipsaci* o *D. destructor*; considerando que según TAYLOR (1971) un hospedero diferencial es aquella especie vegetal sobre la cual un nemátodo es capaz de penetrarla y multiplicarse, y a la vez esta es inmune a otro nemátodo, no permitiendo su penetración y multiplicación.

Cuadro 23 Presencia en los tejidos de las plantas de *D. dipsaci* y *D. destructor* durante el ensayo.

	<i>D. dipsaci</i>		<i>D. destructor</i>	
	45 días	90 días	45 días	90 días
Acelga	+	+	+	+
Avena	+	+	+	+
Ballica	+	+	+	+
Quinguilla	+	+	+	+
Lupino	+	+	+	+
Trigo	+	+	+	+

(+) Presencia del nemátodo.

D. dipsaci y *D. destructor* en este ensayo no provocaron tampoco síntomas diferenciales en las plantas, a pesar que MOUNTAIN (1960) señala que logró separar a ambos nemátodos sobre la base sintomatología que atribuyo a la acción de enzimas diferenciales (celulasa y quitinasa en *D. destructor* y celulasa en *D. dipsaci*).

Finalmente se debe señalar que este trabajo aporta información preliminar para posteriores investigaciones en terreno que confirmen la condición de pobres hospedero de *D. dipsaci* y *D. destructor* sobre estas especies vegetales, no olvidando que estos nemátodos son capaces de infestar cultivos económicamente importantes tales como: papa, ajo, cebolla y flores bulbosas, por lo cual se debe continuar con esta línea de investigación con el fin de obtener información sobre el rango de hospederos del genero *Ditylenchus* para así no utilizar cultivos que favorezcan el desarrollo del nemátodos.

6 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se desarrolló el presente ensayo se puede concluir lo siguiente:

D. dipsaci y *D. destructor* fueron capaces de infestar y desarrollarse en: acelga, avena, ballica, quinguilla, lupino y trigo.

El número de individuos de *D. dipsaci* y *D. destructor* recuperados por maceta (sustrato y tejido) a los 45 y 90 días fue menor al número inoculado (2600 individuos/250 g suelo) lo que indicaría que la seis especies se comportaron como pobres o desfavorables hospederos de las poblaciones de nemátodos utilizadas.

D. dipsaci afectó la emergencia de acelga, avena, ballica, quinguilla, lupino y trigo, por su parte *D. destructor* afectó la emergencia de acelga, avena, lupino y trigo.

En general, el número de nemátodos (*D. dipsaci* y *D. destructor*) recuperados desde el tejido vegetal fue mayor a los 45 días que a los 90 días de siembra, sin embargo no existió una correlación clara entre el número de nemátodos y el efecto sobre las plantas tanto en síntomas como en el desarrollo de las plantas.

D. dipsaci y *D. destructor* se ubicaron tanto en el sector aéreo como radical de cada especie vegetal, con la sola excepción de las plantas de trigo desarrolladas sobre sustrato infestado con *D. dipsaci* a los 45 días de siembra donde los nemátodos sólo se ubicaron en el sector aéreo.

En general, existió una tendencia a que *D. dipsaci* se concentraran en mayor porcentaje en el sector aéreo y *D. destructor* en el sector radical, hecho que se hizo más evidente a los 90 días de siembra.

De los parámetros de desarrollo evaluados en las plantas los menos afectados por ambos nemátodos a las dos fechas de evaluación fueron altura y número de hojas y los parámetros de desarrollo más afectados por *D. dipsaci* como por *D. destructor* fueron: longitud radical y peso fresco radical.

Los síntomas provocados por *D. dipsaci* y *D. destructor* no fueron específicos en ninguna especie y no permiten su diferenciación en el hospedero.

Bajo las condiciones de este ensayo luego de evaluar los parámetros planta en ambas mediciones, se observó que aparentemente las especies desarrolladas sobre suelo infestado con *D. dipsaci* afectadas mayormente fueron: avena y trigo, a su vez a los suelos infestados con *D. destructor* tuvieron un efecto mayor sobre los parámetros de: acelga, avena y ballica.

7 RESUMEN

En Chile existen diversas especies de nemátodos fitoparásitos capaces de provocar daño en los cultivos agrícolas, dentro de ellos se encuentran *D. dipsaci* y *D. destructor*; este último fue detectado en el país desde 1994, ambas especies son clasificadas por el SAG como especies “cuarentenarias presentes”.

El alto número de hospederos que tiene *D. dipsaci* y en menor medida *D. destructor* hace difícil aplicar adecuados programas de rotación y control, debido a lo cual se hace necesario conocer el comportamiento de estos frente a diferentes especies vegetales e idealmente encontrar hospederos diferenciales que ayuden a su control. Teniendo en cuenta lo anterior se procedió a diseñar un ensayo bajo condiciones controladas con el objetivo de evaluar la capacidad de *D. dipsaci* y *D. destructor* para infestar y multiplicarse en acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla L), avena (*Avena sativa* L.), ballica (*Lolium perenne* L.), quinguilla (*Chenopodium album* L.), lupino (*Lupinus albus* L.) y trigo (*Triticum aestivum* L.).

Estas especies vegetales se desarrollaron en macetas con un sustrato infestado con 2600 individuos/250 g de suelo. El suelo infestado con *D. dipsaci* se obtuvo de un cultivo de ajo infestado en la Estación Experimental Santa Rosa, mientras que para *D. destructor* provino de un suelo cultivado con papa establecido en Coyhaique (XI Región); para los tratamientos testigo el suelo fue obtenido también de la Estación Experimental Santa Rosa, en un potrero sin cultivar y aledaño al anterior. Las evaluaciones a las plantas y suelo se realizaron a los 45 y 90 días desde la siembra, separando en cada fecha el 50% de las macetas de cada tratamiento.

Luego de realizadas las evaluaciones nematológicas en las macetas (sustrato y tejido vegetal) se determinó que bajo las condiciones del ensayo: tanto *D. destructor* como *D. dipsaci* fueron capaces de infestar en algún grado a las diferentes especies vegetales, sin embargo de la población inicial de nemátodos inoculados (2600

individuos/ 250g de suelo) se recuperaron a los 45 y 90 días valores menores de individuos tanto en el sustrato como en el tejido vegetal, esta disminución de nemátodos incluso se acentuó a los 90 días.

En cuanto a los efectos sobre las especies vegetales ambos afectaron la emergencia con la excepción de ballica que presentó una mayor emergencia que el testigo cuando se desarrollo sobre *D. destructor*. En general las especies vegetales mostraron síntomas tales como: clorosis, deformación de hojas, distorsión de tallo, adelgazamiento de tallos y achaparamiento de plantas estos síntomas se acentuaron a los 90 días, agregándose un mayor efecto de *D. destructor* en el sector radical de las plantas.

En general la mayor cantidad de individuos (*D. dipsaci* y *D. destructor*) en las plantas se obtuvo a los 45 días desde siembra en comparación con los 90 días de siembra, sin embargo no existió una correlación clara entre el número de nemátodos en el tejido vegetal y el efecto sobre las plantas.

En cuanto a los parámetros de desarrollo de las plantas se puede indicar, que los menos afectados por ambos nemátodos a las dos fechas de evaluación bajo las condiciones en que se desarrolló el ensayo fueron altura y número de hojas y los parámetros más afectados por *D. dipsaci* como por *D. destructor* fueron: longitud radical y peso fresco radical. *D. dipsaci* afecto mayormente: avena y trigo, a su vez *D. destructor* tuvo un mayor efecto sobre los parámetros de desarrollo de: acelga, avena y ballica.

Finalmente se hace necesario indicar la conveniencia de llevar a cabo nuevos estudios con ambos nemátodos bajo condiciones controladas y de terreno, donde la duración del ensayo sea mayor con el fin de determinar de mejor manera la relación de la planta con los nemátodos bajo diferentes condiciones edafoclimáticas.

SUMMARY

In Chile exist there diverse species of phytoparasitic nematodes capable of causing damage to agricultural crops. Among them are *D. dipsaci* and *D. destructor*; this last has been detected in the country since 1994. Both species are classified by SAG as “presently quarantined” species.

The large number of hosts available to *D. dipsaci*, and in lesser measure to *D. destructor*, makes the application of appropriate rotation and control programs of very difficult, and due to this it is necessary to know the species and ideally discover distinguishing hosts that could help control them. Taking the preceding into account, a study was designed and carried out under controlled conditions with the objective of evaluating the capacity of *D. dipsaci* and *D. destructor* to infect and reproduce in Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* L.), oats (*Avena sativa* L.), rye grass (*Lolium perenne* L.), lambsquarters (*Chenopodium album* L.), lupin (*Lupinus albus* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.).

These plants species were grown in pots, containing an infected soil substrate, infected with 2600 individuals per 250 grams of soil. The soil infected with *D. dipsaci* was obtained from an infected garlic crop from the Sta Rosa Experimental Station in Valdivia (X Region), while that of *D. destructor* came from soil cultivated with a potato crop in Coyhaique (XI Region); the control soil was also obtained from the Sta Rosa Experimental Station from an uncultivated pasture bordering the other previously mentioned. The evaluations of the plants and the soil were performed at 45 days and 90 days from the time of the initial seeding, 50% of the plant pots from each group being separated from the others at each evaluation date.

After the nematological evaluations were performed on the contents of pots (soil substrate and plant material), it was determined that under the conditions of the experiment: both *D. dipsaci* and *D. destructor* were capable in some degree of infecting

all the different plant species. Nevertheless, of the initial population of inoculated nematodes (2600 individuals/250g soil), smaller amounts of individuals were recovered at the 45 and 90 day marks in the substrate soil as well as in the plant material; this decrease of nematodes became even more noticeable at the 90 day mark.

As regards the effects upon the vegetable species, both species of nematodes affected the emergence of the plants with the exception of the ray grass which demonstrated a better emergence than the control group when it developed in soil infected by *D. destructor*. Generally, the vegetable species exhibited symptoms such as: chlorosis, leaf deformation, stalk distortion, thinning of stalks, and stunted growth of plants. These symptoms became accentuated at the 90 day mark, a greater effect being induced by *D. destructor* upon the root section of the plants.

In general, the greater quantity of individual nematodes (*D. dipsaci* and *D. destructor*) was obtained from the plants at the 45 day mark after seeding as compared with the 90 day mark after seeding; however, no clear correlation existed between the number of nematodes in the vegetable material and the effect upon the plants.

As concerns the development parameters of the plants, it can be stated, that the factors least affected by both nematodes at both dates of evaluation under the conditions in which the experiment was carried out were height and number of leaves, while the parameters most affected by both *D. dipsaci* and *D. destructor* were: root length and fresh root weight. *D. dipsaci* mostly affected: oats and wheat, whereas *D. destructor* had the greatest effect upon the development parameters of swiss chard, oats, and rye grass.

Finally, it is necessary to state the importance of carrying out new studies with both nematodes under controlled conditions as well as in the field, where the duration of the experiments may be longer for the purpose of determining in a better way the relationship of the plants to the nematodes under different soil climate conditions.

8 BIBLIOGRAFIA

- AGRIOS, G. N. 1996. Fitopatología. 2ª ed. México, D.F, Limusa. 756 p.
- BARKER, K. y SASSER, J. 1959. Biology and Control of the stem nematode, *Ditylenchus dipsaci*. Phytopathology (USA) 49 664-670.
- BASSON, S.; DE WAELE D.G.M.A. y MEYER, A. J. 1990. An Evaluation of Crop Plants as Hosts for *Ditylenchus destructor* Isolated from Peanut. Nematropica (USA) 20 (1): 23-29.
- BASSON, S.; DE WAELE D.G.M.A. y MEYER A. J. 1991. Populations dynamics of *Ditylenchus destructor* on Peanut. Journal of Nematology (USA) 23 (4): 485-490.
- BLAKE, C. 1962. The etiology of tulip-root disease in susceptible and in resistant varieties of oats infested by the stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. Annals of Applied Biology (Inglaterra) 50: 703-722.
- BRUNA, A. y GUIÑEZ, A. 1980. Identificación del nemátodo del tallo y de los bulbos, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev y porcentaje de infestación en ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.). Agricultura Técnica (Chile) 40 (4): 137-143.
- CASTAÑO, J. y DEL RIO, L. 1997. Manual para el diagnostico de hongos, bacterias virus y nemátodos fitopatógenos. Honduras, Zamorano. 209 p.
- CHRISTIE, J. 1974. Nemátodos de los vegetales su ecología y control. México D.F, Limusa. 275 p.

- COMITÉ DE SANIDAD VEGETAL DEL CONO SUR (COSAVE). 2003a. Método Analítico para Diagnostico Fitosanitario. *Ditylenchus destructor*. (On line)<http://www30.brinkster.com/cosave/fpma_ditylenchus_destructor.htm>. (10 Mayo 2003).
- COMITÉ DE SANIDAD VEGETAL DEL CONO SUR (COSAVE). 2003b. Hojas de Datos sobre organismos cuarentenarios para los miembros del COSAVE, ficha cuarentenaria *Ditylenchus destructor* Thorne Tylenchida: Anguinidae.(Online).<<http://www30.brinkster.com/cosave/lpcditylenchusdestructor.htm>>. (10 Mayo 2003).
- CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO, SAG. 1994. Nemátodo de la pudrición de la papa. Santiago. Folleto Técnico N° 10: 1-5.
- CHILE, SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 1999. Nemátodo de la pudrición de la papa *Ditylenchus destructor*. Santiago. Folleto Técnico Dic: 1-4.
- CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG). 2000. Enfermedades y plagas de la papa en el sur de Chile. Santiago. Folleto Técnico. 30p.
- DE WAELE, D. y WILKEN, R. 1990. Effect of temperature on the *in vitro* reproduction of *Ditylenchus destructor* isolated from groundnut. *Revue de Nématologie* (Francia) 13: 171-174.
- DE WAELE, D.; JORDANN, E y BASSON, S. 1990. Host status of seven weed species and their effects on *Ditylenchus destructor* infestation of Peanut. *Journal of Nematology* (USA) 22 (3): 292-296.
- DE WAELE, D.; WILKEN, R. y LINDEQUE, J. 1991. Reponse of potato cultivars to *Ditylenchus destructor* isolated from groundnut. *Revue Nématologie* (Francia) 14(1) :123-126.

- DOUDA, O. 2005. Host range and growth of stem and bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*) population isolated from garlic and chicory. *Plant Protection Science*. 41(3) :104-108.
- DROPKIN, V. 1980. Introduction to plant nematology. New York, Wiley. 293 p.
- ELGIN, J.; EVANS, D. y FAULKNER, L. 1974. Factors affecting the infection of alfalfa seedlings by *Ditylenchus dipsaci*. *Journal of Nematology (USA)* 7 (4) : 380-383.
- ESCUER, M. 1998. Nemátodos del genero *Ditylenchus* de interés fitopatológico. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas (España)* 24 : 773-786.
- ESQUIBET, M.; GRENIER, E.; PLANTARD, O.; ANDALOUSSI, F. y CAUBEL, G. 2003. DNA polymorphism in the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* development of diagnostic markers for normal and giant races. *Genome (USA)* 46 (6): 1077-1083.
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION, EPPO 2005a. *Ditylenchus destructor*. <www.eppo.org/quarantine/nematodes/Ditylenchus_destructor/dityde_ds.pdf> (20 de Junio 2005).
- EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION, EPPO 2005b. *Ditylenchus dipsaci*. <www.eppo.org/quarantine/nematodes/Ditylenchus_dipsaci/ditydi_ds.pdf>. (20 de Junio 2005)
- FAULKNER, L. y DARLING, H. 1961. Pathology, Histology, Hosts, and Culture of the Potato Rot Nematode. *Phytopathology (USA)* 51: 778-786.
- FRANCIA, INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA). 2003. *Ditylenchus dipsaci* Filipjev, Stem Nematode. (On line). <<http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/6ditdes.htm>>. (19 Octubre2003)

- GRECO, N. y MORENO, I. 1980. Nemátodos Fitopatogenos en Cultivos Hortícolas y su Control. **In:** Latorre, B. Philippi, I. Apablaza, G (eds). Resúmenes de los trabajos presentados en el VII Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Santiago. Chile. pp: 149-154.
- GRIFFIN, G. 1975. Parasitism of non host cultivares by *Ditylenchus dipsaci*. Journal of Nematology (USA) 7(3) : 236-238.
- GRIFFIN, G. 1987. Effects of enviromental factors and cultural practices on parasitism of alfalfa by *Ditylenchus dipsaci*. Journal of Nematology (USA) 19(3) : 267-276.
- GRIFFITH, G.; COOK, R. y MIZEN K. 1997a. *Ditylenchus dipsaci* Infestation of *Trifolium repens* .I. Temperature effects, seedling invasion, and a field survey. Journal of Nematology (USA) 20 (2) : 180-189.
- GRIFFITH, G.; COOK, R. y MIZEN, K. 1997b. *Ditylenchus dipsaci* infestation of *Trifolium repens*. II. Dynamics of infestation development. Journal of Nematology (USA) 29 (3) : 356-369.
- GRIFFITH, G.; COOK, R. y MIZEN K. 1999. Effects of temperature on stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*) infestation of white clover (*Trifolium repens*) swards. Nematology (USA) 1 (4) : 415-420.
- GROVER, C.; SMART, JR. y DARLING, H. 1962. Pathogenic Variation and Requirement of *Ditylenchus destructor*. Phytopathology (USA) 53 : 374-381.
- GUIÑEZ, A. 1991. Control del nemátodo del tallo y de los bulbos, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev, en cultivo de ajo (*Allium sativum*). Agricultura Técnica (Chile) 51(3) : 233-236.
- GUIÑEZ, A. 1996. Nemátodos en Praderas. **In:** Ruiz, I. (ed.). Praderas para Chile. Santiago, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). pp: 299-308.

- HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S. y HICKMAN, F. M. 1986. Zoología; principios integrales. Madrid, Interamericana. 420p.
- HENRIQUEZ, E.; PARRAGUEZ, A.; DAGNINO, E. y M. MUNDO – OCAMPO. 2001. Determinación del nemátodo de la pudrición de la papa *Ditylenchus destructor* en Chile, sistematología y caracterización taxonómica. XI Congreso Sociedad Chilena de Fitopatología.
- HOFFMANN, G.M. y SCHMUTTERER, H. 1983. Parasitare Krankheiten und Schädlinge an Landwirt-Schaftlichen. Kulturpflanzen Verlag Eugen Ulmer (ed) Alemania. 488p.
- HOOPER, D.J. 1972. *Ditylenchus dipsaci*. CIH Descriptions of Plant-parasitic nematodes, St Albans, England. Commonwealth Institute of Helminthology Set 1 N° 14.
- HOOPER, D. J. 1973. *Ditylenchus destructor*. C.I.H..Descriptions of Plant parasitic nematodes, St Albans, England. Commonwealth Institute of Helminthology Set 2 N° 21.
- HOOPER, D.J. y SOUTHEY, J.F 1978. *Ditylenchus*, *Anguina* and related genera. In: Southey, J. F. (ed.). Plant Nematology. Londres, Inglaterra. Her Majesty's Stationery Office. .pp: 78-97.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). 2003. *Ditylenchus dipsaci*. (On line). <http://www.ica.gov.co/publicaciones/plagas/clavel/endemica/clavel15.htm>. (10 Octubre 2004).
- INSUNZA, V. y VALENZUELA, A. 1995. Control of *Ditylenchus dipsaci* on garlic (*Allium sativum*) with extracts of medicinal plants from Chile. Nematropica (USA) 25 (1) : 35-41.

- JATALA, P. y BRIDGE, J. 1990. Nematode parasites of root and tuber crops. **In:** Luc, M. Sikora R, A. Bridge y J (eds). Plant Parasitic nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. London CAB International. Pp 137- 180.
- MAC GUIDWIN. A, E. y SLACK ,S. A. 1991. Suitability of alfalfa, corn, oat, red clover, and snapbean as hosts for the potato rot nematode, *Ditylenchus destructor*. Plant Disease (USA) 75 (1) : 37-39.
- MAC GUIDWIN, A.; WIXTED, D, J. y HUDELSON, B, D. 1992. Aboveground infection of snap bean by *Ditylenchus destructor*, the potato rot nematode. Plant Disease (USA) 76 (11) : 1097-1102.
- MAGGENTI, A. 1981. General nematology. New York , Springer-Verlag. 372p.
- MAGUNACELAYA, J.C. y DAGNINO, E. 1999. Nematología Agrícola en Chile. Santiago, Universidad de Chile, Serie Ciencias Agronómicas N°2. 282 p.
- MANZANILLA-LOPEZ, R.; EVANS, K. y BRIDGE, J. 2004. Plant diseases caused by nematodes. **In:** Chen, Z.; Chen, S y Dickson, D (eds). Nematology: advances and perspectives v.2: Nematode management and utilization. Tsinghua University (Inglaterra) 2: 637-703.
- MIYAGAWA, S. y LEAR, B. 1970. Factors influencing survival of *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) in soil. Journal of Nematology (USA) 2 (2) : 139-142.
- MOUNTAIN, W. B. 1960. Mechanisms involved in plant-nematode relationships. **In:** Sasser y Jenkins (eds.). Nematology: fundamentals and recent advances with emphasis on plant parasitic and soil forms. Chapel Hill (USA). University of North Carolina. pp: 426-431.
- NETSCHER, C. y SIKORA, A. 1990 Nematode parasites of vegetables. **In:** Luc, M.; Sikora, R.A. y Bridge, J. (eds). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford, UK . CAB International. 237.283p.

- NOMBELA, G.; NAVAS, A. y BELLO, A. 1985. *Ditylenchus dipsaci* en los cultivos de leguminosas y cereales de la región central. Boletín Servicio Plagas (España) 11: 205-216.
- NORTON, C. 1978. Ecology of plant-parasitic nematodes. Nueva York. Willey. 268p.
- OKA, Y.; KOLTAI, H.; BAR-EYAL, M.; MOR, M.; SHARON, E.; CHET, L. y SPIEGEL. 2000. New strategies for the control of plant-parasitic nematodes. Pest Management Science (Israel) 56 (11) : 983-988.
- OVERGAARD, C. 1967. Nematoda. **In:** Bunge, A. y Raw, F. (eds.). Soil biology. London, Academic Press. pp 197-210.
- PALO, A. V. 1962. Translocation and development of stem eelworm, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) in lucerne, *Medicago sativa* L. Nematologica (Inglaterra) 7: 122-132.
- PERRY, R. y WRIGHT, D. 1998. The Physiology and Biochemistry of Free Living and Plant Parasitic Nematodes. Londres. Cabi publishing. 438 p.
- PHILIPPI, I. y PICHARD, G. 1990. Metodología para obtener material de alfalfa resistente a *Ditylenchus dipsaci*. Nematológica (USA) 18 (2) :129-135.
- PLOWRIGHT, R.; CAUBEL, G. y MIZEN, K. 2002. *Ditylenchus* species. **In:** Starr, J.L, Cook, R. y Bridge, J. (eds.) Plant Resistance to Parasitic Nematodes. London. CAB International. pp: 107-139.
- POTTER, J. y OLTHOF, T. 1993. Nematodes pest of vegetable crops. **In:** Evans, K.; Trudgill, D. y Webster, J. (eds.). Plant parasitic nematodes in temperate agriculture. Wallingford, Inglaterra. CAB International. pp 593-607.

- RAJAN y LAI. 2005. On the non-occurrence of *Ditylenchus dipsaci* in India. Bulletin EPPO 35:37-41.
- SAAD, L. HAFEZ, JOHN C. OJALA, y S. KRISHNA MOHAN. (1998). University of Idaho.(On line)< [http://www radio.boisestate.edu/information/otherprojects/potato/nema.htm](http://www.radio.boisestate.edu/information/otherprojects/potato/nema.htm) - 9k -(30 Noviembre 2005).
- SASSER, J.N. 1989. Plant-parasitic nematodes: the farmers hidden enemy. North Carolina State University (USA) .115 p.
- SEINHORST, J.W. 1956. Population studies on stem eelworms (*Ditylenchus dipsaci*). Nematologica (Inglaterra) 1: 159-164.
- SELMARE, B.; DE WAELLE, D. y MEYER, A. 1992. Effect of host plant age on population development and pathogenicity of *Ditylenchus destructor* on peanut. Journal of Nematology (USA) 24 (2) : 310-314.
- SIDDIQUI, M. 2003. Relative efficacy of different cropping sequences integrated with ploughing for the management of plant parasitic nematodes. Archives of Phytopathology and Plant Protection (India) 36 : 151-159.
- SIKORA, R. y GRECO, N. 1990. Nematode parasites of Food Legumes. In: Luc, M.; Sikora, R. y Bridge, J. (eds.). Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. Wallingford, UK. CAB International. pp: 181-235.
- 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. 148p.
- SOUTHEY, J. 1978. Plant Nematology. 3ª ed. Londres, Her Majesty's Stationery Office. 440 p.

- SPIEGEL, Y.; BURROWS, P. y BAR-EYAL, M. 2003. A chemo attractant in onion root exudates recognized by *Ditylenchus dipsaci* in laboratory bioassay. *Phytopathology (USA)* 93 : 127-132.
- STIRLING, G.; NICOL, J. y REAY, F. 2002. *Advisory Services for Nematode Pests; Operation Guidelines*. Australia, Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC). 119 p.
- TACCONI, R. y AMBROGIONI, L. 1990a. Nematodi da Cuarentena: *Ditylenchus destructor*. *Informatore Fitopatologico (Italia)* 40 (3): 49-52.
- TACCONI, R. y AMBROGIONI, L. 1990b. Nematodi da Cuarentena: *Ditylenchus dipsaci*. *Informatore Fitopatologico (Italia)* 40 (4): 35-38.
- TAYLOR, A. 1971. *Introducción a la nematología vegetal aplicada*. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO) 131p.
- TAYLOR, S. y SZOT, D. 2000. First record of damage to canola caused by the oat race of stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). *Australasian Plant Pathology (Australia)* 29 (2): 153-153.
- TENENTE, R. 1996. Nematode problems of bulbs, with special reference to *Ditylenchus dipsaci*. *Nematropica (USA)* 26 (1): 91-99.
- TENENTE, R.; VIANELLO, R y PINHEIRO, F. 2000. Reprodução de *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 em diferentes plantas hospedeiras no Brasil. *Nematologia Brasileira*. 24 (1): 87-90.
- THORNE, G. 1961. *Principles of nematology*. Nueva York, Mac Graw- Hill . 553p.

- VALERIN, M. 2003. Análisis de riesgo de plagas. Cuarentena vegetal. Dirección Protección Fitosanitaria. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica 8p.
- VEGA, E. 1991. Nematodos en ajo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Rama Caída Buenos Aires, Argentina <http://www.inta.gov.ar/ramacaída/info/documentos/hortic/nemajo.htm>.(10- Octubre 2006).
- VENTER, C.; DE WAELLE, D. y MEYER, A. 1991. Reproductive and damage potential of *Ditylenchus destructor* on Peanut. Journal of Nematology (USA) 23 (1) : 12-19.
- WALLWORK, J. 1970. Ecology of soil animals. Londres, McGraw - Hill. 290 p.
- WEBSTER, J. M. 1967. The significance of biological races of *Ditylenchus dipsaci* and their hybrids. Annals of Applied Biology (Inglaterra) (59) : 77-83.
- WHARTON, D. y MARSHALL, A. 2002. Changes in surface during desiccation of the anhydrobiotic plant parasitic nematode *Ditylenchus dipsaci*. Tissue and Cell (USA) 34 (2) : 81-87.
- WHITEHEAD, A.; FRASER, J. y NICHOLS, J. 1987. Variation in the development of stem nematodes, *Ditylenchus dipsaci*, in susceptible and resistant plants. Annals of Applied Biology (Inglaterra) (111) : 373 - 383.
- WINSLOW, R. 1960. Some aspects of the ecology of free-living and plant-parasitic nematodes **In:** Sasser, J.N. y Jenkins, W.R. (eds.). Nematology: Fundamentals and recent advances with emphasis on plant parasitic and soil forms. Chapel Hill. North Carolina State University. pp: 341-415.
- WINSLOW, R, D. 1978. Other nematodes pests importance and control. **In:** ----- Development in the control of nematode pests of potato. Lima. Peru. pp: 138-

153.

YUKSEL, H. 1960. Observations on the life cycle of *Ditylenchus dipsaci* on onion seedlings. Nematologica (Inglaterra) 5: 289-296.

ZUÑIGA, D. 2005. Comportamiento de seis especies vegetales cultivadas en macetas con suelo infestado con *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev. Tesis. Lic. Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 88p.

ANEXOS

ANEXO 1: Análisis de varianza de altura de plantas de acelga 45 días desde la Siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	30,6709	2	15,3354	8,59	0,0173*
Repetición	7,08463	3	2,3615	1,32	0,3513
Error	18,708	6	1,7846		
total	48,4635	11			

ANEXO 2: Análisis de varianza para número de hojas en plantas de acelga 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	0,2254	2	0,112708	0,27	0,7717
Repetición	1,3165	3	0,438853	1,05	0,4350
Error	2,4977	6	0,416286		
total	4,0396	11			

ANEXO 3: Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de acelga 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	2,06372	2	1,03186	3,10	0,1188
Repetición	0,112625	3	0,0375417	0,11	0,9494
Error	1,99535	6	0,332558		
total	4,17169	11			

ANEXO 4: Análisis de varianza para peso radical en plantas de acelga 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	0,16835	2	0,084175	18,18	0,0028*
Repetición	0,00249167	3	0,00083055	0,18	0,9066
Error	0,0277833	6	0,00463056		
total	0,198625	11			

ANEXO 5: Análisis de varianza para largo radical en plantas de acelga 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	55,6125	2	27,8063	12,21	0,0077*
Repetición	2,8435	3	0,9478	0,42	0,7480
Error	13,6695	6	2,2785		
total	72,1256	11			

ANEXO 6: Análisis de varianza de altura de plantas de acelga 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	17,8579	2	8,92896	1,33	0,3316
Repetición	9,915	3	3,305	0,49	0,6996
Error	40,1488	6	6,69146		
Total	67,9217	11			

ANEXO 7: Análisis de varianza para número de hojas en plantas de acelga 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	39,9618	2	19,9809	10,28	0,0115*
Repetición	2,09647	3	0,6988	0,36	0,7847
Error	11,6584	6	1,9430		
Total	53,7167	11			

ANEXO 8: Análisis de varianza para cosr (peso aéreo) en plantas de acelga 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	3,00996	2	1,50498	8,02	0,0202*
Repetición	0,46079	3	0,153597	0,82	0,5291
Error	1,12585	6	0,187642		
Total	4,5966	11			

ANEXO 9: Análisis de varianza para peso radical en plantas de acelga 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	9,94927	2	4,97463	23,21	0,0015*
Repetición	0,18964	3	0,06321	0,29	0,8281
Error	1,28603	6	0,21433		
Total	11,4249	11			

ANEXO 10: Análisis de varianza para largo radical en plantas de acelga 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	38,2586	2	19,1293	7,53	0,0231*
Repetición	3,7782	3	1,25941	0,50	0,6985
Error	15,2432	6	2,54054		
total	57,2801	11			

ANEXO 11: Análisis de varianza de cosr altura de plantas de avena 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	1,94875	2	0,974373	1,33	0,3319
Repetición	2,73302	3	0,911005	1,25	0,3730
Error	4,38529	6	0,730882		
total	9,06705	11			

ANEXO 12: Análisis de varianza para número de hojas en plantas de avena 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	1,77995	2	0,889975	4,42	0,0660
Repetición	0,545933	3	0,181978	0,90	0,4921
Error	1,20692	6	0,201153		
total	3,5328	11			

ANEXO 13: Análisis de varianza para cosr (peso aéreo + 1.5) en plantas de avena 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	0,281215	2	0,140607	4,38	0,0673
Repetición	0,1031517	3	0,0345057	1,07	0,4280
Error	0,192741	6	0,0321235		
total	0,577473	11			

ANEXO 14: Análisis de varianza para peso radical en plantas de avena 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	1,13947	2	0,569733	6,84	0,0283*
Repetición	0,302892	3	0,100964	1,21	0,3832
Error	0,499733	6	0,0832889		
Total	1,94209	11			

ANEXO 15: Análisis de varianza para largo radical en plantas de avena 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	51,0433	2	25,5217	4,35	0,0681
Repetición	30,8504	3	10,2835	1,75	0,2560
Error	35,2396	6	5,87326		
total	117,133	11			

ANEXO 16: Análisis de varianza de altura de plantas de avena 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	609,237	2	304,619	3,55	0,0962
Repetición	497,168	3	165,723	1,93	0,2261
Error	515,378	6	85,8964		
total	1621,78	11			

ANEXO 17: Análisis de varianza para número de hojas en plantas de avena 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	323,72	2	161,86	60,03	0,0001*
Repetición	2,7882	3	0,9293	0,34	0,7946
Error	16,1787	6	2,6964		
Total	342,686	11			

ANEXO 18: Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de avena 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	8,385	2	4,1925	31,23	0,0007*
Repetición	0,208	3	0,06933	0,52	0,6860
Error	0,8054	6	0,13423		
Total	9,3984	11			

ANEXO 19: Análisis de varianza para peso radical en plantas de avena 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	2,08708	2	1,04354	218,13	0,0000**
Repetición	0,0637896	3	0,0212632	4,44	0,0572
Error	0,0287042	6	0,0047803		
total	2,17957	11			

ANEXO 20: Análisis de varianza para cosr (largo radical) en plantas de avena 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	88,4489	2	44,2244	5,50	0,0440*
Repetición	11,6372	3	3,87908	0,48	0,7067
Error	48,2682	6	8,04471		
total	148,354	11			

ANEXO 21: Análisis de varianza de altura de plantas de ballica 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	14,5185	2	7,25926	0,39	0,6923
Repetición	169,299	3	56,4329	3,04	0,1143
Error	111,347	6	18,5579		
total	295,164	11			

ANEXO 22: Análisis de varianza para número de hojas en plantas de ballica 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	2,03732	2	1,01866	2,37	0,1843
Repetición	0,400567	3	0,13352	0,30	0,8262
Error	2,69028	6	0,44838		
total	5,12817	11			

ANEXO 23: Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de ballica 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	0,491467	2	0,245733	11,74	0,0084*
Repetición	0,017025	3	0,005675	0,27	0,8443
Error	0,1256	6	0,0209333		
Total	0,364092	11			

ANEXO 24: Análisis de varianza para peso radical en plantas de ballica 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	1,15782	2	0,578908	21,16	0,0019*
Repetición	0,007291	3	0,002430	0,09	0,9636
Error	0,164183	6	0,0273639		
Total	1,32929	11			

ANEXO 25: Análisis de varianza para log (largo radical) en plantas de ballica 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	0,0730095	2	0,0365047	1,01	0,4196
Repetición	0,0683572	3	0,0227857	0,63	0,6226
Error	0,217485	6	0,0362475		
Total	0,358852	11			

ANEXO 26: Análisis de varianza de altura de plantas de ballica 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	326,0	2	163,0	9,98	0,0123*
Repetición	184,25	3	61,4167	3,76	0,0787
Error	98,0	6	16,3333		
Total	608,25	11			

ANEXO 27: Análisis de varianza para número de hojas en plantas de ballica 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	67,2895	2	33,6447	18,35	0,0028*
Repetición	7,6626	3	2,5542	1,39	0,3330
Error	11,0036	6	1,83393		
Total	85,9556	11			

ANEXO 28: Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de ballica 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	0,0211167	2	0,0105583	0,24	0,7949
Repetición	0,429133	3	0,413044	3,23	0,1031
Error	0,265617	6	0,0042694		
Total	0,715867	11			

ANEXO 29: Análisis de varianza para peso radical en plantas de ballica 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	1,83547	2	0,917733	5,64	0,0419*
Repetición	0,421467	3	0,140489	0,86	0,5097
Error	0,976933	6	0,162822		
Total	3,23387	11			

ANEXO 30: Análisis de varianza para largo radical en plantas de ballica 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	64,3825	2	32,1912	9,50	0,0138*
Repetición	10,0938	3	3,3646	0,99	0,4574
Error	20,3354	6	3,38923		
total	94,8117	11			

ANEXO 31: Análisis de varianza de log (altura) de plantas de chenopodium 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	12,0363	2	6,01815	3,12	0,1179
Repetición	6,08708	3	2,02903	1,05	0,4361
Error	11,5825	6	1,93042		
total	29,7059	11			

ANEXO 32: Análisis de varianza para número de hojas en plantas de chenopodium 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	10,4335	2	5,21676	4,52	0,0635
Repetición	2,09402	3	0,698008	0,60	0,6356
Error	6,92555	6	1,15426		
total	19,4531	11			

ANEXO 33: Análisis de varianza para peso aéreo en plantas de chenopodium 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	1,71172	2	0,855858	3,58	0,0948
Repetición	1,34189	3	0,447297	1,87	0,2353
Error	1,43428	6	0,239047		
Total	4,48789	11			

ANEXO 34: Análisis de varianza para peso radical en plantas de chenopodium 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	0,131017	2	0,0655083	3,24	0,1113
Repetición	0,040425	3	0,013475	0,67	0,6030
Error	0,12145	6	0,0202417		
Total	0,292892	11			

ANEXO 35: Análisis de varianza para log (largo radical) en plantas de chenopodium 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	0,572472	2	0,286236	2,58	0,1555
Repetición	0,186185	3	0,0620617	0,56	0,6611
Error	0,665813	6	0,110969		
Total	1,42447	11			

ANEXO 36: Análisis de varianza de altura de plantas de chenopodium 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	98,1667	2	49,0833	2,10	0,2040
Repetición	57,0	3	19,0	0,81	0,5324
Error	140,5	6	23,4167		
Total	295,667	11			

ANEXO 37: Análisis de varianza para número de hojas en plantas de chenopodium 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	13,8336	2	6,91681	1,33	0,3319
Repetición	17,4015	3	5,8005	1,12	0,4131
Error	31,1316	6	5,1886		
Total	62,3667	11			

ANEXO 38: Análisis de varianza para log (peso aéreo) en plantas de chenopodium 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	4,6801	2	2,34005	6,21	0,0346*
Repetición	5,66706	3	1,88902	5,01	0,0450*
Error	2,26218	6	0,37703		
Total	12,60931	11			

ANEXO 39: Análisis de varianza para peso radical en plantas de chenopodium blanco 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	0,971217	2	0,485608	4,19	0,0726
Repetición	0,772492	3	0,257497	2,22	0,1862
Error	0,695183	6	0,115864		
Total	2,43889	11			

ANEXO 40: Análisis de varianza para largo radical en plantas de trébol blanco 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Tratamiento	41,2673	2	20,6337	14,93	0,0047*
Repetición	22,7065	3	7,56883	5,48	0,0374*
Error	8,29048	6	1,38175		
Total	72,2643	11			

ANEXO 41: Análisis de varianza altura en plantas de lupino 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	23,7998	2	11,8999	0,89	0,4578
Repetición	28,3906	3	9,46354	0,71	0,5807
Error	80,0104	6	13,3351		
Total	132,201	11			

ANEXO 42: Análisis de varianza número de hojas en plantas de lupino 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	1392,04	2	696,021	16,72	0,0035*
Repetición	2,3958	3	0,7986	0,02	0,9960
Error	249,792	6	41,6319		
total	1644,23	11			

ANEXO 43: Análisis de varianza peso aéreo en plantas de lupino 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	2,44938	2	1,22469	0,52	0,6203
Repetición	3,06743	3	1,02248	0,43	0,7378
Error	14,1959	6	2,36599		
Total	19,7127	11			

ANEXO 44: Análisis de varianza peso radical en plantas de lupino 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	0,240417	2	0,120209	0,21	0,8169
Repetición	2,44911	3	0,816638	1,42	0,3258
Error	3,44642	6	0,574404		
Total	6,13675	11			

ANEXO 45: Análisis de varianza largo de raíz en plantas de lupino 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	39,2953	2	19,6477	0,54	0,6110
Repetición	64,9256	3	21,6419	0,59	0,6439
Error	220,164	6	36,694		
Total	324,385	11			

ANEXO 46: Análisis de varianza cosr (altura) en plantas de lupino 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	1,7249	2	0,862451	1,88	0,2326
Repetición	0,919197	3	0,306399	0,67	0,6023
Error	2,75556	6	0,45926		
Total	5,39966	11			

ANEXO 47: Análisis de varianza número de hojas en plantas de lupino 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	2435,38	2	1217,69	1,66	0,2667
Repetición	432,229	3	144,076	0,20	0,8951
Error	4399,46	6	733,243		
Total	7267,06	11			

ANEXO 48: Análisis de varianza cosr (peso aéreo) en plantas de lupino 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	4,0701	2	2,03505	6,19	0,0348*
Repetición	0,283699	3	0,0945662	0,29	0,8332
Error	1,97364	6	0,32894		
Total	6,32743	11			

ANEXO 49: Análisis de varianza peso radical en plantas de lupino 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	7,58064	2	3,79032	8,31	0,0187*
Repetición	1,59652	3	0,532172	1,17	0,3973
Error	2,73683	6	0,456139		
Total	11,914	11			

ANEXO 50: Análisis de varianza log (largo de raíz) en plantas de lupino 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	85,3229	2	42,6615	4,76	0,0577
Repetición	3,76563	3	1,25521	0,14	0,9323
Error	53,7188	6	8,95313		
Total	42,807	11			

ANEXO 51: Análisis de varianza altura en plantas de trigo 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	75,5771	2	37,7886	0,45	0,6552
Repetición	27,277	3	9,0923	0,11	0,9516
Error	499,351	6	83,2251		
Total	602,205	11			

ANEXO 52: Análisis de varianza número de hojas en plantas de trigo 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	5,6795	2	2,83976	4,76	0,0578
Repetición	1,6109	3	0,536989	0,90	0,4941
Error	3,5798	6	0,596647		
total	10,8704	11			

ANEXO 53: Análisis de varianza peso aéreo en plantas de trigo 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	0,435217	2	0,217608	1,39	0,3188
Repetición	0,267692	3	0,0892306	0,57	0,6547
Error	0,938383	6	0,156397		
total	1,64129	11			

ANEXO 54: Análisis de varianza peso radical en plantas de trigo 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	0,759117	2	0,379558	6,28	0,0338*
Repetición	0,862467	3	0,287489	4,75	0,0501
Error	0,362883	6	0,060480		
Total	1,98447	11			

ANEXO 55: Análisis de varianza sqrt (largo de raíz) en plantas de trigo 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	0,473047	2	0,236523	1,23	0,3576
Repetición	0,334885	3	0,111628	0,58	0,6500
Error	1,15687	6	0,192811		
total	1,9648	11			

ANEXO 56: Análisis de varianza altura en plantas de trigo 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	35,4648	2	17,7324	0,89	0,4584
Repetición	53,7798	3	17,9266	0,90	0,4939
Error	119,44	6	19,9066		
Total	208,684	11			

ANEXO 57: Análisis de varianza número de hojas en plantas de trigo 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	43,5648	2	21,7824	29,44	0,0008*
Repetición	9,1926	3	3,0642	4,17	0,656
Error	4,43965	6	0,739942		
total	57,1971	11			

ANEXO 58: Análisis de varianza log (peso aéreo) en plantas de trigo 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	4,3364	2	2,1682	26,89	0,0010*
Repetición	0,0282763	3	0,00942	0,12	0,9469
Error	0,483881	6	0,08064		
Total	4,84856	11			

ANEXO 59: Análisis de varianza 1/(peso radical) en plantas de trigo a los 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	3,86196	2	1,93098	4,32	0,0689
Repetición	2,80232	3	0,934107	2,09	0,2033
Error	2,68432	6	0,447386		
total	9,34860	11			

ANEXO 60: Análisis de varianza largo de raíz en plantas de trigo 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	Valor-P
Tratamiento	30,5186	2	15,2593	17,97	0,0029*
Repetición	8,08589	3	2,6953	3,17	0,1063
Error	5,09513	6	0,849189		
total	43,6996	11			

ANEXO 61: Análisis de varianza del promedio del numero de individuos *D. dipsaci* por planta en seis especies vegetales a 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Entre grupos	4091,20	5	818,24	3,31	0,0271*
Dentro del grupo	4452,77	8	247,376		
Total (Corr)	8543,97	23			

ANEXO 62: Análisis de varianza del promedio del LOG (numero de individuos *D. dipsaci* por planta) en seis especies vegetales a 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Entre grupos	1,87953	5	0,375907	0,87	0,5201
Dentro del grupo	7,77581	8	0,43199		
Total (Corr)	9,65535	23			

ANEXO 63: Análisis de varianza del promedio del LOG(numero de individuos *D. destructor* por planta) en seis especies vegetales a 45 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Entre grupos	4,44968	5	0,889936	5,99	0,020*
Dentro del grupo	2,6728	8	0,148489		
Total (Corr)	7,12248	23			

ANEXO 64: Análisis de varianza del promedio del numero de individuos *D. destructor* por planta en seis especies vegetales a 90 días desde la siembra.

Fuente de variación	Suma de cuadrado	Grados de libertad	Cuadrado medio	f-calculado	P-valor
Entre grupos	5392,60	5	1078,52	2,94	0,0412*
Dentro del grupo	6605,58	8	366,977		
Total (Corr)	11998,2	23			

ANEXO 65: Análisis químico de los sustratos utilizados en el ensayo.

		Sustrato <i>D. dipsaci</i>	Sustrato <i>D. destructor</i>
PH	al agua	5,36	6,36
PH	K Cl	4,83	5,91
Ct	%	6,61	3,24
Nt	%	0,50	0,25
C/N		13,30	13,20
P-Olsen	ppm	96,00	20,20
AL	ppm	1630,00	57,00
Na	ppm	159,00	76,00
K	ppm	152,00	359,00
Ca	ppm	443,00	3490,00
Mg	ppm	62,00	479,00
Fe	ppm	196,00	176,00
Mn	ppm	52,00	168,00
Cu	ppm	5,40	2,40
Zn	ppm	3,00	2,60
B	ppm	0,90	0,90
Al-KCl	ppm	30,00	6,00

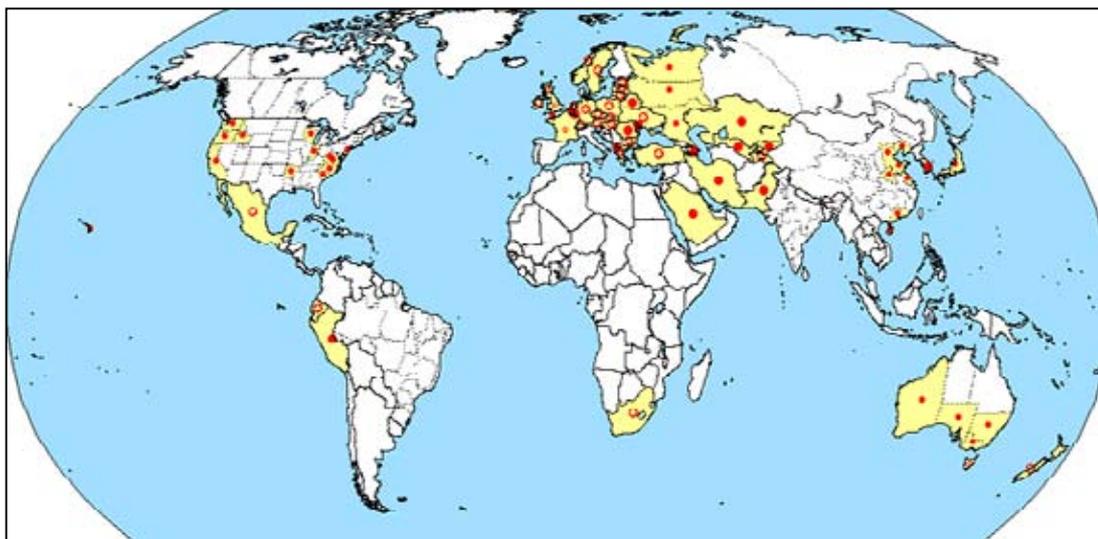
ANEXO 66: Registro de temperaturas diarias máxima y mínima durante el ensayo.

FECHA	TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	
	MAXIMA	MINIMA
16/12/03	33	17
17/12/03	34	18
18/12/03	32,5	21
19/12/03	32	24
20/12/03	32	17
21/12/03	28	15
22/12/03	29	17
23/12/03	27	18
24/12/03	33	16
25/12/03	31	17
26/12/03	32	17
27/12/03	29	16
28/12/03	31	19
29/12/03	29	17
30/12/03	32	18
31/12/03	31	19
1/01/04	37	21
2/01/04	38	20
3/01/04	26	16
4/01/04	28	18
5/01/04	29	20
6/01/04	36	20
7/01/04	36	19
8/01/04	29	21
9/01/04	22	17
10/01/04	34	19
11/01/04	37	19
12/01/04	30	16

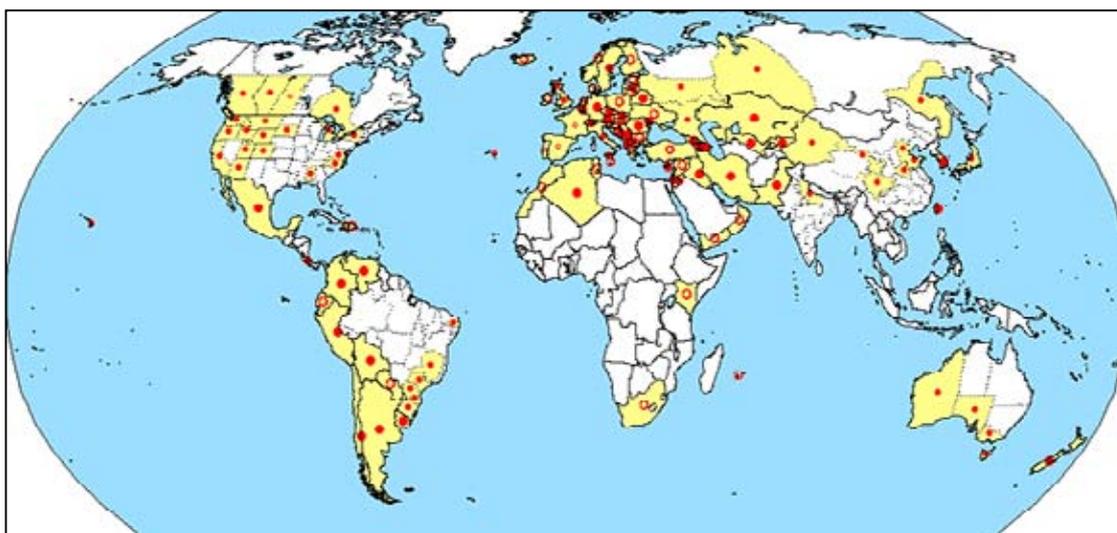
13/01/04	22	13
14/01/04	31	21
15/01/04	37	21
16/01/04	37	20
17/01/04	36	22
18/01/04	32	19
19/01/04	31	20
20/01/04	36	26
21/01/04	35	24
22/01/04	30	19
23/01/04	30	19
24/01/04	22	20
25/01/04	32	20
26/01/04	34	19
27/01/04	33	21
28/01/04	28	21
29/01/04	30	26
30/01/04	34	17
31/01/04	40	17
1/02/04	29	19
2/02/04	34	18
3/02/04	33	18
4/02/04	35	18
5/02/04	39	21
6/02/04	32	17
7/02/04	29	17
8/02/04	31	18
9/02/04	33	18
10/02/04	31	19
11/02/04	28	19
12/02/04	31	19
13/02/04	29	20

14/02/04	31	18
15/02/04	39	17
16/02/04	35	18
17/02/04	29	17
18/02/04	30	18
19/02/04	37	19
20/02/04	34	20
21/02/04	41	21
22/02/04	35	20
23/02/04	34	21
24/02/04	35	20
25/02/04	34	19
26/02/04	36	20
27/02/04	34	21
28/02/04	28	17
29/02/04	29	17
1/03/04	31	16
2/03/04	31	16
3/03/04	29	19
4/03/04	32	19
5/03/04	31	18
6/03/04	33	19
7/03/04	27	20
8/03/04	38	17
9/03/04	33	18
10/03/04	35	18

ANEXO 67: Distribución geográfica de *D. destructor*.



ANEXO 68: Distribución geográfica de *D. dipsaci*.



**ANEXO 69 Número de plantas emergidas transcurridos 25 días desde siembra
en seis especies vegetales.**

	Acelga	Avena	Ballica	Chenopodium	Lupino	Trigo
Testigo	3,7	5,0	3,8	3,0	3,0	4,6
<i>D. dipsaci</i>	3,4	3,3	3,6	2,8	2,5	2,6
<i>D. destructor</i>	3,3	3,4	4,9	3,0	1,5	2,3

**ANEXO 70 Porcentaje de emergencia de *D. dipsaci* a los: 6, 9, 12, 15,25 días de
siembra en seis especies vegetales.**

	6	9	12	15	25
Acelga	0,00	22,50	43,75	65,00	86,00
Avena	10,00	25,00	26,00	30,00	66,00
Ballica	16,00	68,00	72,50	76,00	72,00
Chenopodium	60,00	60,00	83,33	97,00	93,33
Lupino	10,00	43,33	37,50	50,00	83,33
Trigo	22,00	50,00	50,00	56,00	52,00
Promedio	19,67	44,81	52,18	62,33	75,44

**ANEXO 71 Porcentaje de emergencia de *D. destructor* a los: 6, 9, 12, 15,25 días
de siembra en seis especies vegetales.**

	6	9	12	15	25
Acelga	0,00	0,00	9,38	32,50	84,00
Avena	16,00	42,00	40,00	46,00	68,00
Ballica	8,00	16,00	27,50	40,00	98,00
Chenopodium	0,00	30,00	75,00	76,67	100,00
Lupino	3,33	3,33	16,67	16,67	50,00
Trigo	20,00	46,00	45,00	46,00	46,00
Promedio	7,89	22,89	35,59	42,97	74,33

ANEXO 72 Porcentaje de emergencia testigo a los: 6, 9, 12, 15,25 días de siembra en seis especies vegetales.

	6	9	12	15	25
Acelga	0,00	15,00	15,63	47,50	92,00
Avena	30,00	100,00	97,50	98,00	100,00
Ballica	22,00	48,00	70,00	76,00	76,00
Chenopodium	0,00	50,00	83,33	96,67	100,00
Lupino	0,00	70,00	70,83	93,33	100,00
Trigo	52,00	98,00	97,50	95,00	92,00
Promedio	17,33	63,50	72,47	84,42	93,33