

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO  
MAESTRÍA EN FITOPATOLOGÍA**



**“COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO DE *Ditylenchus dipsaci*  
EN EL CULTIVO DE AJO (*Allium sativum* L.) EN LA IRRIGACIÓN DE  
MAJES – AREQUIPA”**

**Presentado por:**

**TEODOCIA GLORIA CASA RUÍZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGÍSTER SCIENTIAE EN FITOPATOLOGÍA**

**Lima - Perú**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO  
MAESTRÍA EN FITOPATOLOGÍA**

**“COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO DE *Ditlenchus dipsaci*  
EN EL CULTIVO DE AJO (*Allium sativum* L.) EN LA IRRIGACIÓN DE  
MAJES – AREQUIPA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGÍSTER SCIENTIAE**

**Presentado por:**

**TEODOCIA GLORIA CASA RUÍZ**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

M.S. Andrés Casas Díaz  
**PRESIDENTE**

Dr. Manuel Canto Sáenz  
**PATROCINADOR**

Dra. Elsa Carbonell Torres  
**MIEMBRO**

Mg.Sc. Carlos Cadenas Giraldo  
**MIEMBRO**

## DEDICATORIA

*A mi mejor amigo y esposo de toda mi vida por su valioso apoyo y paciencia para la culminación de mis sueños y metas trazadas.*

*A los amores de mi vida José, Cynthia y Juan por ser la inspiración de mi superación.*

*A mis padres por darme la oportunidad de vida y a mis hermanos por el constante incentivo para seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Nacional Agraria La Molina por darme la oportunidad de superarme como profesional.*

*Al Dr. Manuel Canto Sáenz por su acertada dirección y apoyo incondicional como patrocinador del presente trabajo.*

*A todos los profesores de la Maestría en Fitopatología, por sus valiosas enseñanzas y guía en el logro de mi especialidad.*

*Finalmente, a todas las personas y amigos, que directa e indirectamente contribuyeron a la culminación del presente trabajo.*

## INDICE

### RESUMEN

I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE AJO.....	3
2.2. <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kuhn 1857) Filipjev 1936. ....	4
2.3. CONTROL .....	15
2.3.1. FÍSICO .....	15
2.3.2. QUÍMICO.....	18
A. Dazomet.....	21
B. Organofosforados -.....	22
B. 1. Cadusafos.....	22
B. 2. Ethoprophos.....	23
B. 3. Fenamifos.....	23
C. Carbamatos.....	23
C.1. Aldicarb.....	24
C.2. Carbofuran.....	25
C.3. Oxamil.....	25
D. Avermectinas.....	25
D.1. Vertimec.....	27
E. Benomyl.....	28
2.3.2.1. ANTECEDENTES CONTROL QUÍMICO.....	29
2.3.3. BIOLÓGICO.....	31
2.3.3.1. HUNTER.....	31
2.3.3.2. BIO – BAC.....	32
2.3.3.3. <i>Paecilomyces lilacinus</i> (BIOSTAT).....	32
2.3.3.4. ALGAS MARINAS ( <i>Ascophyllum nodosum</i> ).....	33
2.3.3.5. MAXICROP 24 CS.....	34
2.3.3.6. BI – O – MAR – 15.....	34

2.3.3.7. BI – O – 80.....	34
2.3.3.8. ALICINA.....	34
2.3.3.9. ANTECEDENTES DE CONTROL BIOLÓGICO.....	35
2.3.4. CULTURAL.....	37
2.3.4.1. APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS.....	39
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	43
3.2. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS.....	43
3.3. MATERIALES. ....	44
3.4. MÉTODO.....	46
3.4.1. CONDUCCIÓN DEL CULTIVO. ....	46
3.4.2. FASE DE LABORATORIO.....	46
3.4.2.1. EXTRACCIÓN DE NEMÁTODOS MEDIANTE EL MÉTODO DE LA 'BANDEJITA' (MÉTODO MODIFICADO DEL EMBUDO DE BAERMAN, CANTO 1985).	46
3.4.2.2. IDENTIFICACIÓN DE <i>Ditylenchus dipsaci</i> .....	47
3.5. COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO PARA <i>Ditylenchus   dipsaci</i> .	47
3.5.1. CONTROL QUÍMICO.....	47
A. Inmersión rápida.....	47
B. Inmersión prolongada.....	48
C. Tratamientos químicos al suelo más aplicaciones foliares, con semilla sana en suelo infestado.	48
3.5.2. CONTROL FÍSICO.....	51
3.5.3. CONTROL BIOLÓGICO.....	52
A. Macerados de ajo.....	52
B. Prueba cruzada de Oostembrink .....	53
3.5.4. CONTROL CULTURAL.....	56
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
4.1. CONTROL QUÍMICO.....	58
4.1.1. TRATAMIENTO QUÍMICO AL 'DIENTE SEMILLA' INMERSIÓN RÁPIDA (5 MINUTOS)	58
A. Población inicial (Pi).....	58

B. Población Final (Pf).....	59
C. Pf/Pi.....	60
4.1.2. TRATAMIENTO QUÍMICO AL ‘DIENTE SEMILLA’ INMERSIÓN QUÍMICA PROLONGADA	61
A. Población Inicial (Pi). ....	61
B. Población Final (Pf).....	62
C. Pf/Pi.....	63
4.1.3. TRATAMIENTOS QUÍMICOS AL SUELO MÁS APLICACIONES FOLIARES.....	66
A. Población inicial (Pi).....	66
B. Población final (Pf).....	66
C. Pf/Pi.....	71
D. Rendimiento (t/ha).....	76
4.2. CONTROL FÍSICO.....	80
4.2.1. TERMOTERAPIA POR GRADO MAS INMERSIÓN QUÍMICA	80
A. Población Inicial (Pi).....	80
B. Población Final (Pf).....	81
C. Pf/Pi.....	82
4.3. CONTROL BIOLÓGICO.....	85
4.3.1. INMERSIÓN EN MACERADOS DE AJO.....	85
A. Población inicial (Pi).....	85
B. Población final (Pf).....	86
C. Pf/Pi.....	87
4.3.2. PRUEBA CRUZADA DE OOSTEMBRINK (ROTACIÓN DE CULTIVOS).....	89
4.4. CONTROL CULTURAL.....	100
4.4.1. ENMIENDAS ORGÁNICAS.....	100
A. Población inicial (Pi).....	100
B. Población Final (Pf).....	101
C. Pf/Pi.....	102
D. Rendimiento.....	105
V. CONCLUSIONES.....	107
VI. RECOMENDACIONES.....	109

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
VIII. ANEXO.....	122

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Razas de <i>Ditylenchus dipsaci</i> , hospedantes que afectan y su distribución a nivel mundial (tomado de Magunacelaya y Dagnino, 1999).	7
Cuadro 2. Algunos tratamientos químicos recomendados para el control de <i>D. dipsaci</i> en el cultivo de ajo (Tomado de Vega, 1989).	19
Cuadro 3. Nematóxicos (adaptado de Philippi, 1989).	20
Cuadro 4. Composición química de Algas Marinas ( <i>Ascophyllum nodosum</i> ) (tomado de Drokasa Perú 1998).	33
Cuadro 5. Análisis de suelo en componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.	44
Cuadro 6. Tratamientos de inmersión rápida a cinco minutos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.	47
Cuadro 7. Tratamientos de inmersión prolongada a 1, 4, 24 horas para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.	48
Cuadro 8. Tratamientos químicos al suelo más aplicaciones foliares para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.	49
Cuadro 9. Tratamientos para control físico a ‘diente semilla’ para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.	52
Cuadro 10. Tratamientos con macerado de Ajo cv. Napurí, Morado Arequipeño y Barranquino en inmersión a 24 horas a ‘diente semilla’, para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.	53



Cuadro 11. Tratamientos con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.	56
Cuadro 12. Análisis químico del estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.	57
Cuadro 13. Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo tratado con inmersión a cinco minutos de semilla en nueve productos nematotoxicos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	59
Cuadro 14. Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo tratado con inmersión a 1, 4, 24 horas en nueve productos nematotoxicos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	62
Cuadro 15. Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> y rendimiento (t/ha) en ajo, tratado con aplicaciones al suelo y follaje de productos nematotoxicos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	67
Cuadro 16. Cuadro de doble entrada para la Pf ind/100 cc de suelo en ajo tratado con aplicaciones al suelo y follaje con productos nematotoxicos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	69
Cuadro 17. Cuadro de doble entrada para la reproducción (Pf/Pi) de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo con aplicaciones de productos nemastaticos al suelo y follaje para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.	71
Cuadro 18. Cuadro de doble entrada en rendimiento (t/ha) de ajo con aplicaciones de productos nematotoxicos al suelo y follaje para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	77
Cuadro 19. Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo para termoterapia y productos nematotoxicos a ‘diente semilla’ para componentes del	80

	manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	
Cuadro 20.	Cuadro de doble entrada para Pi en número de ind/5 g de tejido en ajo con termoterapia por grado de daño más inmersión en productos nematóxicos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	81
Cuadro 21.	Cuadro de doble entrada para Pf en número de ind/5 g de tejido en ajo con termoterapia por grado de daño mas inmersión en productos nematóxicos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	82
Cuadro 22.	Cuadro de doble entrada para Pf/Pi en número de ind/5 g de tejido en ajo con termoterapia por grado de daño más inmersión en productos nematóxicos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	83
Cuadro 23.	Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo tratado con macerados de ajo cv. ‘Napurí’, ‘Morado Arequipeño’ y ‘Barranquino’ para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	85
Cuadro 24.	Cuadro de doble entrada Pi ind/5 g de tejido en ajo tratado con macerados de ajo para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	86
Cuadro 25.	Cuadro de doble entrada Pf (ind/5 g de tejido) en ajo tratado con macerados de ajo para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	87
Cuadro 26.	Cuadro de doble entrada Pf/Pi con macerados de ajo cv. ‘Napurí’, ‘Morado arequipeño’ y ‘Barranquino’ para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> . Irrigación Majes. 1999 -2001.	87
Cuadro 27.	Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> , para las mejores rotaciones en la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	91
Cuadro 28.	Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> , para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	92

Cuadro 28 (Continuación). Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> , para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	93
Cuadro 29. Efecto de la rotación de cultivo sobre la reproducción (Pf/Pi) de <i>Ditylenchus dipsaci</i> . Alternativas de cultivos ordenadas de mejor a peor por la reproducción del nematodo para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	94
Cuadro 30. Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> y rendimiento (t/ha) en ajo tratado con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	100
Cuadro 31. ANVA de Pi (ind/5 g de tejido) para tratamiento químico a semilla de ajo e inmersión a 5 minutos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	123
Cuadro 32. ANVA para Pf (ind/5 g de tejido) para tratamiento químico a semilla de ajo e inmersión a 5 minutos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	123
Cuadro 33. ANVA, Pf/Pi con $\sqrt{x + 1}$ para tratamiento químico a la semilla de ajo e inmersión a 5 minutos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	124
Cuadro 34. ANVA de Pi para tratamiento químico a la semilla e inmersión a 1, 4, 24 horas para componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	124
Cuadro 35. ANVA de Pf para tratamiento químico a la semilla e inmersión a 1, 4, 24 horas para componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	125
Cuadro 36. ANVA de Pf/Pi con $\sqrt{x + 1}$ para tratamiento químico a la semilla e inmersión a 1, 4, 24 horas para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	125
Cuadro 37. ANVA de Pi con $\sqrt{x + 10}$ para en tratamientos al suelo y aplicaciones foliares en ajo para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	126

Cuadro 38.	ANVA de Pf con $\sqrt{x + 10}$ para tratamientos al suelo y aplicaciones foliares para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	127
Cuadro 39.	ANVA de Pf/Pi con $\sqrt{x + 10}$ para tratamientos al suelo y aplicaciones foliares para componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	128
Cuadro 40.	Rendimiento de ajo para tratamientos al suelo y aplicaciones foliares para componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	129
Cuadro 41.	ANVA de Pi con $\sqrt{x + 1}$ para termoterapia por grado mas inmersión química para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	130
Cuadro 42.	ANVA de Pf con $\sqrt{x + 10}$ para termoterapia por grado más inmersión química para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	131
Cuadro 43.	ANVA de Pf/Pi con $\sqrt{x + 1}$ para termoterapia por grado mas inmersión química para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	132
Cuadro 44.	ANVA de Pi para Macerado de ajo Cv. Napurí, Morado Arequipeño y Barranquino en inmersión a 24 horas para componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	133
Cuadro 45.	ANVA de Pf para macerado de ajo Cv. Napurí, Morado Arequipeño y Barranquino en inmersión a 24 horas para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	133
Cuadro 46.	ANVA de Pf/Pi para macerado de ajo Cv. Napurí, Morado Arequipeño y Barranquino en inmersión a 24 horas para componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	134
Cuadro 47.	ANVA de Pi para aplicación de estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	134
Cuadro 48.	ANVA de Pf para aplicación de estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	135

Cuadro 49.	ANVA de Pf/Pi para aplicación de estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	135
Cuadro 50.	Rendimiento de ajo con aplicaciones de estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	136

### INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Reproducción (Pf/Pi) de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo tratado con inmersión a cinco minutos de ‘diente semilla’ en nueve productos nematóxicos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	60
Gráfico 2.	Reproducción (Pf/Pi) de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo tratado con inmersión a 1, 4, 24 horas en nueve productos nematóxicos para la determinación de algunos componentes de manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	64
Gráfico 3.	Reproducción (Pf/Pi) de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo y rendimiento (t/ha), con aplicaciones de productos nematóxicos al suelo y follaje para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	79
Gráfico 4.	Reproducción (Pf/Pi) en número de individuos/5 g de tejido en <i>Ditylenchus dipsaci</i> , con termoterapia por grado de daño mas inmersión en productos nematotoxicos para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. 1999 -2001.	84
Gráfico 5.	Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Pf/Pi), sin testigo en ajo tratado con macerados de ajo cv. ‘Napuri’, ‘Morado Arequipeño’ y ‘Barranquino’ para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 – 2001.	88
Gráfico 6.	Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Pf/Pi), con testigo en ajo tratado con macerados de ajo cv. ‘Napuri’, ‘Morado arequipeño’ y	88

‘Barranquino’ para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.

- Gráfico 7. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci*, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 95
- Gráfico 8. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci*, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 95
- Gráfico 9. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 96
- Gráfico 10. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 96
- Gráfico 11. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 97
- Gráfico 12. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para la determinación de algunos componentes de manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 97
- Gráfico 13. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 98
- Gráfico 14. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 98
- Gráfico 15. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 99
- Gráfico 16. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001. 99

Gráfico 17. Reproducción de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo tratado con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	102
Gráfico 18. Reproducción (Pf/Pi) de <i>Ditylenchus dipsaci</i> y rendimiento (t/ha) en ajo tratado con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.	103
Gráfico 19. Rendimiento (t/ha) de ajo tratado con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de <i>Ditylenchus dipsaci</i> en ajo. Irrigación Majes.	106

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ditylenchus dipsaci</i> : A: Región anterior, B: Región labial, C: Región caudal macho, D: Banda lateral, E: Región caudal y terminación de la cola de la hembra (tomado de Escuer, 1998).	6
Figura 2. Localización de nemátodos en el bulbo y diente a los 15, 30, 60 y 90 días de plantación (tomado de Vega 1989).	10
Figura 3. Interacción de los organofosforados con la acetilcolinesterasa, (Adaptado de Bloomquist, 2003).	22
Figura 4. Interacción de los carbamatos con la acetilcolinesterasa, (Adaptado de Bloomquist, 2003).	24
Figura 5. Las avermectinas, (Adaptado de Bloomquist, 2003).	26
Figura 6. Acción de las Avermectinas en los receptores sinápticos, (Adaptado de Bloomquist, 2003).	27
Figura 7. Descomposición del benomyl en el interior de la planta (Tomado de Drokasa, 1998).	28
Figura 8. Estructura química de alicina (tomado de Tamo, 1993).	35

## INDICE DE CROQUIS

- Croquis 1. Distribución de tratamientos para tratamientos químicos al suelo más aplicaciones foliares para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. I. Majes, 1999 –2001. 50
- Croquis 2. Secuencia de los cultivos para la prueba cruzada de Oostembrink. Irrigación de Majes – Arequipa. 1999-2001. 55
- Croquis 3. Distribución de tratamientos para el experimento con aplicación de estiércol vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001. 57



# COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO DE *Ditylenchus dipsaci* EN EL CULTIVO DE AJO (*Allium sativum* L.) EN LA IRRIGACIÓN DE MAJES - AREQUIPA.

## RESUMEN

La determinación componentes de manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de ajo se realizó en dos fases, en el laboratorio de nematología de la UNALM y en la Irrigación Majes-Arequipa, siendo los objetivos 1) evaluar cuatro componentes de manejo integrado de *D.dipsaci* en ajo; 2) identificar aquellas medidas de control que reduzcan la población de *D.dipsaci*. Los experimentos fueron: **1. Control químico:** a) inmersión de la semilla por 5', 1 h, 4 h, 24 h con oxamyl 24L 2%; carbofuran 48F 1%; Hunter 2‰+Biobac 2,5‰; Hunter 2‰; Benomyl 50PM 3‰; extracto de algas 40‰; carbofuran 48F 1,5%; abamectina 1,8EC 2‰; Biostat 0,5‰. b)tratamiento al suelo mas aplicaciones foliares: dazomet 98% G 200 kg/ha; carbofuran 5% G 50 kg/ha, aldicarb 15% G 20 kg/ha, carbofuran 48% F 2 L/ha, fenamifos 10% G 25 kg/ha, ethoprofos 15% G 35 kg/ha, cadusafos 10% G 30 kg/ha; extracto de algas 2,5%, abamectina 1,8EC 1L/ha, Biostat 0,5‰ y Bi-O-80 100kg/ha, combinados con 2 aplicaciones foliares de Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ y oxamyl 24L 5 ‰. **2. Control físico,** termoterapia a semilla infectada con grados de daño de 1 al 5, combinados con benomyl 50PM 2 ‰ y Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰. **3. Control biológico,** a) inmersión en macerado de ajo en 3 cultivares: 'Napurí', 'Morado Arequipeño' y 'Barranquino' con tres concentraciones: 25 %, 50 % y 75 % por 24 horas; b) prueba cruzada de Oostembrink con cebolla, lechuga, ajo, tomate, papa, arveja, camote, maíz, kiwicha, avena en suelo infestado. **4. Control cultural,** se emplearon 3 fuentes orgánicas: estiércol vacuno (10 t/ha, 20 t/ha, 30 t/ha); gallinaza (5 t/ha, 10 t/ha, 15 t/ha) y humus de lombriz (2 t/ha, 4 t/ha).; se evaluó la población inicial (Pi), población final (Pf) y Pf/Pi para 5 g tejido y 100 cc de suelo y rendimiento para los ensayos en campo. Los resultados encontrados fueron para **Inmersión rápida:** la Pf/Pi muestra diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre los nematostáticos químicos sobresaliendo oxamyl 24L 2% (Pf/Pi=0,04), carbofuran 48F 1,5% (Pf/Pi=0,12), abamectina 1,8EC 2‰ (Pf/Pi=0,14) y carbofuran 48F 1% (Pf/Pi=0,15); **Inmersión Prolongada:** en la Pf/Pi se encontró significación sobresaliendo oxamyl 24h (Pf/Pi=0,01), carbofuran 1,5% 1 h (Pf/Pi=0,01), carbofuran 1% 4 h (Pf/Pi=0,03), abamectina 1,8 EC 2‰ 24 h (Pf/Pi=0,03), extracto de algas 1 h (Pf/Pi=0,04), Hunter + Biobac1 h (Pf/Pi=0,05); benomyl 1 h (Pf/Pi=0,15) y Hunter (0,30); **Tratamientos químicos al suelo más aplicaciones foliares:** las Pf/Pi existen diferencias significativas, los tratamientos que sobresalen son: ethoprofos 10% G + Hunter + Biobac (Pf/Pi=0,08); carbofuran 5% G + Hunter + Biobac (Pf/Pi=0,20); dazomet G (Pf/Pi=0,31); aldicarb 15% G + oxamyl (Pf/Pi=0,33); los mejores rendimiento corresponden a carbofuran 5%G + Hunter + Biobac (6,78 t/ha); aldicarb 15% G (6,58 t/ha); Bi- O-80 + Hunter + Biobac (6,54 t/ha), fenamifos 10% G + oxamyl (6,47 t/ha) y ethoprofos 10%G + Hunter + Biobac.(6,28 t/ha); **Control Físico.** Las Pf/Pi muestran diferencias significativas, sobresaliendo Grado1 de daño + Hunter + biobac (Pf/Pi=0,05), Grado 2 de daño+Hunter+ Biobac (Pf/Pi=0,07), Grado 1 (Pf/Pi=0,10), Grado 1 + Benomyl (Pf/Pi=0,11), con un control entre 95 % a 89 %; **Macerados de ajo,** en los valores Pf/Pi se encontró significación ( $p < 0,05$ ), todos los macerados no difieren estadísticamente (Pf/Pi=0,003 a 0,035); **Rotación de cultivos,** de las rotaciones Ajo-avena-avena, Ajo-kiwicha-kiwicha, Ajo-avena-kiwicha, Ajo-lechuga-maíz, ajo-avena-alverja y ajo-lechuga-camote fueron las mejores reduciendo en un 100 % la población inicial; **Enmiendas orgánicas,** las Pf/Pi difieren estadísticamente, sobresaliendo gallinaza 10t/ha (Pf/Pi=0,17); humus de lombriz (Pf/Pi=0,28) y gallinaza 15 t/ha (Pf/Pi=0,41), los mejores rendimientos corresponden a gallinaza 10 t/ha (7,17 t/ha), 5 t/ha (6 t/ha) y estiércol vacuno 20 t/ha (5,89 t/ha).

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), es una hortaliza de bulbo de importancia económica del país y especialmente para la Región de Arequipa. A nivel nacional se tiene un rendimiento promedio de 6,8 t/ha y en Arequipa de 7,8 t/ha, que representa un ingreso de 10 millones de dólares para la Región (Censo Agropecuario, 1996).

Uno de los principales problemas en su producción es el aspecto fitosanitario entre los cuales se cuenta al nemátodo *Ditylenchus dipsaci*, reportado en Arequipa por primera vez en ajo en 1990 (Carbonell *et al.*, 1992) en el valle de Tambo, parece ser que es como consecuencia de una importación de bulbos de ajo procedentes de Chile y Argentina para consumo; pero que fue sembrado por los agricultores, así mismo probablemente de otros materiales ingresados de manera ilegal por los mismos.

*Ditylenchus dipsaci* logro diseminarse a través de ‘diente semilla’, infestando a diferentes lugares de la campiña de Arequipa, zonas altas de la provincia (Polobaya), valle de Camaná, Irrigación La Joya y Majes, y otras zonas fuera de la Región Arequipa como Lima (Huaral, Huacho, Barranca) así como Ancash.

Este nemátodo ha adquirido importancia económica por su capacidad destructiva y su dificultad de control y causa pérdidas entre 80 - 90 % de la cosecha en campos infestados; situación que es alarmante para los agricultores que ven afectada su producción para mercado nacional así mismo para de exportación.

En la actualidad se viene estudiando diferentes medidas de control de *D. dipsaci* en las cuales se ha practicado el empleo de la termoterapia, nemastáticos químicos y biológicos, los cuales han permitido controlar levemente y momentáneamente los daños de este nemátodo, pero ellos no logran satisfacer las exigencias fitosanitarias del cultivo. Se considera oportuno el presente trabajo de investigación, con la finalidad de emplear las medidas de control que en la actualidad son usadas e integradas con otras medidas y/o alternativas que nos permitan realizar un manejo integral y eficiente con un enfoque holístico dentro del sistema de

producción del cultivo, buscando reducir las pérdidas, así como reducir los niveles de infestación por este nemátodo.

### **HIPOTESIS**

El reconocimiento y empleo adecuado de los componentes de manejo integrado tiene un efecto deprimente sobre la población del nemátodo fitoparásito *Ditylenchus dipsaci* y por consecuencia permite una producción sana y adecuada de ajo *Allium sativum* L.

### **OBJETIVOS**

1. Evaluar cuatro componentes del manejo integrado para el control de *Ditylenchus dipsaci* en ajo cultivar 'Napurí'.
2. Realizar pruebas en laboratorio y campo sobre las medidas de control químico, físico, cultural y biológico del nemátodo fitoparásito *Ditylenchus dipsaci*.
3. Identificar aquellas medidas de control que reduzcan la incidencia de *Ditylenchus dipsaci* que permitan elevar la productividad y calidad del cultivo en la zona de estudio.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE AJO

#### 2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El ajo es originario del suroeste del Asia, afirmaciones consideran su remota procedencia de Asia Central difundida a través de Asia Menor y Egipto a toda Europa (Jones y Mann, 1963; Maroto, 2002). Hanelt (1990) revisó y resumió la clasificación botánica de los alliums, el género se sitúa en el siguiente contexto taxonómico:

Reino	: <i>Plantae</i>
División	: <i>Magnolophyta</i>
Clase	: <i>Liliopsida</i>
Superorden	: <i>Liliflorae</i>
Orden	: <i>Asparagales</i>
Familia	: <i>Alliaceae</i>
Tribu	: <i>Alliae</i>
Género	: <i>Allium</i>
Especie	: <i>Allium sativum</i> L.
Nombre común	: Ajo

#### 2.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El ajo presenta un bulbo compuesto, formado por un número variable de yemas de almacenamiento llamados ‘dientes’ o ‘gajos’. El sistema radicular es fibroso, similar a la cebolla pero con mayor ramificación. El tallo es un platillo o disco pequeño. Rara vez forma escapo floral, es sólido y presenta dientes mezclados con flores de la inflorescencia; flores que abortan al estado de yema (Brewster, 1994). Las hojas están ordenadas en dos filas, de base envainadas, son sólidas, planas, lisas y ligeramente aquilladas, de color verde claro y cubiertas con una capa cerosa. Las capas externas son delgadas; una vaina es

usualmente alargada envolviendo al resto del bulbo, además lleva yemas axilares o de almacenamiento llamados ‘dientes’ o ‘gajos’ (Maroto, 2002; Brewster, 1994). Los dientes son ordenados en forma generalmente asimétrica aunque el grado de asimetría depende de la variedad; alojados en la axila de hojas fértiles, rodeado a la vez de hojas envolventes infértiles y externas, que varían en número según la variedad, que descansan sobre un tallo hemisférico plano en el período de crecimiento y algo convexo en la madurez, Mann (1952). El ‘gajo’ o ‘diente’ maduro cortado longitudinalmente presenta las siguientes partes: a) hoja protectora: presenta superficie lignificada; b) hoja de almacenamiento: constituye la masa del ‘diente’; c) hoja de brote: que consiste en una vaina. La cuarta y quinta hojas son hojas típicas de follaje e internamente presenta numerosas hojas en formación, a la vez los primordios de numerosas raíces adventicias causan el hinchamiento de la base de los ‘vástagos’ (Mann, 1952).

### **2.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVAR 'NAPURÍ'**

Es un cultivar de mejor adaptación a las condiciones de Arequipa, el tamaño de la porción aérea de la planta alcanza unos 40 cm, las hojas son estrechas de color verde claro, presenta una inflorescencia que no se abre o que desarrolla dientes. El bulbo es de color violáceo, con 12 a 15 dientes, de distribución irregular y sobre montados con un bulbo de 5 cm de diámetro, presenta un período vegetativo de 5 a 6 meses, tiene mayor conservación que el cv. ‘Massone’ y su rendimiento es de 7 a 12 t/ha (Tamo, 1993).

## **2.2. *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn 1857) Filipjev 1936.**

### **2.2.1. UBICACIÓN TAXONÓMICA**

El nemátodo del bulbo y del tallo (Canto, 1993) se ubica de la siguiente manera:

Clase	<i>Secernentea</i>
Orden	<i>Tylenchida</i>
Sub-orden	<i>Tylenchina</i>
Súper familia	<i>Tylenchoidea</i>
Familia	<i>Tylenchidae</i>
Género	<i>Ditylenchus</i> (Filipjev, 1936)
Especie	<i>D. dipsaci</i> (Kuhn, 1857)

Es posible reconocer 81 especies de *Ditylenchus*, de las cuales se han podido confirmar alrededor de 50, muchas de las cuales son muy semejantes morfológicamente y difíciles de

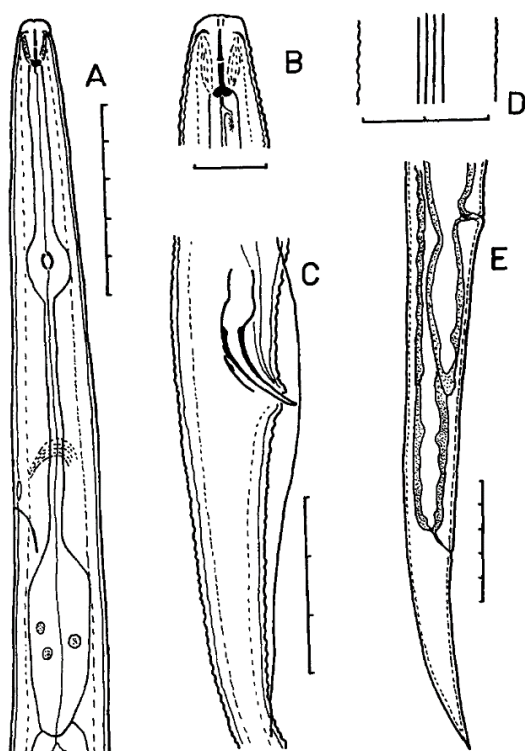
diferenciar (Magunacelaya y Dagnino, 1999). Según Viglierchio (1971); Palmer *et al.*, (1991) y Wendt *et al.*, (1993) es un género con características bastante evolucionadas, en relación a otros grupos de nemátodos fitoparásitos, presentando una gran velocidad de cambio, apreciable en la capacidad de diversificarse en razas.

### **2.2.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.**

*Ditylenchus dipsaci* es uno de los nemátodos fitoparásitos más extendidos a nivel mundial, sobretodo en regiones templadas (Whitehead y Tite, 1987 y Evans *et al.*, 1993). Es una especie bastante cosmopolita encontrándose distribuida en todos los continentes. Algunos de los países en que se encuentra presente en Argentina, Australia, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Haití, México, Nueva Zelanda, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela (Valerin, 2003).

### **2.2.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

El tamaño de las especies varían de acuerdo al hospedante, así el macho de *D. dipsaci* el largo varía de 0,9 - 1,6 mm y 0,03 - 0,04 mm de ancho, llevan una espícula robusta y una bursa caudal; además el estilete que posee es algo corto de 10 - 12  $\mu$  de longitud (Agrios, 2005), la cola es corta, con un terminal agudo o en punta roma (Agrios 2005, Carbonell *et al.*, 1992). La hembra mide de 1,0 - 1,3 mm de largo y de 0,04 - 0,06 mm de ancho, posee además un ovario que se extiende anteriormente a la vulva terminal situada a 80 - 82 % del largo total, con relación al juvenil el largo mide de 0,96 - 1,28 mm y 0,017 - 0,025 mm de ancho. En el huevo el largo es de 0,07 - 0,1  $\mu$  y el ancho es de 0,03 - 0,04  $\mu$ , depositados en los tejidos de la planta y en el suelo (Agrios, 2005). Cuerpo casi recto, banda lateral con 4 líneas, región labial continúa con el contorno del cuerpo. Bulbo medio con aparato valvular, bulbo basal muscular puede solapar ligeramente el intestino. Saco uterino postvulvar igual o ligeramente superior a la mitad de la distancia vulva-ano. Bursa rodeando a la cola en las 3/4 de su longitud. Debido al amplio rango de hospedantes y a los factores ambientales *D. dipsaci* presenta una gran variabilidad morfológica y morfométrica, que ha dado origen a la descripción de al menos 30 razas algunas de ellas con limitado rango de hospedantes (Escuer, 1998).



**Figura 1. *Ditylenchus dipsaci*: A: Región anterior, B: Región labial, C: Región caudal macho, D: Banda lateral, E: Region caudal y terminación de la cola de la hembra (tomado de Escuer, 1998).**

#### **2.2.4. RAZAS FISIOLÓGICAS**

La variación morfométrica de la especie esta expresada por un considerable número de razas (11 según Seinhorst, 1958; alrededor de 20 según Sturhan, 1966 y Decker, 1972, Decker, 1972). El número de razas puede llegar a las 30 según Sturham y Brzeski (1991) citado por Esquibet *et al.*(1998) y Plowright *et al.*,(2002). Según Evans *et al.*,(2003) la especie presenta cerca de 20 razas diferenciadas por su preferencia de hospedantes, cuadro 1, en cuanto a su morfología estas son difícilmente distinguibles, con la excepción de la denominada 'raza del haba' cuya longitud corporal es mayor (Plowright *et al.*, 2002). Esto también es compartido Mundo (1992), Magunacelaya y Dagnino (1999) y Ferris (2006), quienes definen el término raza como una población de nemátodos morfológicamente idéntica a otras, pero que difieren en cuanto a los hospedantes que pueden atacar. Pueden señalarse que las razas fisiológicas (Christie, 1974) no se han establecido por razones morfológicas. Se consideran a *D. dipsaci* como una especie en proceso de diferenciación intraespecífica, Baicheva *et al.*, (1998).

**Cuadro 1. Razas de *Ditylenchus dipsaci*, hospedantes que afectan y su distribución a nivel mundial (tomado de Magunacelaya y Dagnino, 1999).**

<b>Raza</b>	<b>Hospedantes</b>	<b>Distribución</b>
Cardo	Frutilla, pepinillo, poroto	Europa, USA, Argelia
Centeno	Centeno, avena, maíz, betarraga, girasol, poroto, arveja, pepinillo, cebolla, tabaco	Europa y Rusia
Avena	Avena	Europa
Tabaco	Tabaco y haba	Europa y Rusia
Frutilla	Frutilla, arveja, cebolla, ajo, alfalfa, apio y pepinillo	Europa, Rusia, Irán, Canadá, Perú, USA.
Trébol rosado	Trébol rosado, poroto, frambuesa, pepinillo	Europa, Rusia, Canadá
Alfalfa	Alfalfa, Melilotus, trébol, poroto	Europa, Perú, Argentina, Chile, Brasil, Canadá, USA, México, Sudáfrica, Iraq, Australia, Nueva Zelanda
Jacinto	Jacinto, cebolla y frutilla	Europa, Rusia, Canadá, USA
Narciso	Flores, cebolla	Europa
Tulipán	Tulipán, narciso, cebolla, avena, poroto	Holanda, U.K. Alemania
Avena	Avena, frutilla, arveja	Sur de Alemania
Ajo y cebolla	Ajo, cebolla y alfalfa	Mundial

### 2.2.5. HÁBITOS

El nemátodo del tallo y bulbo es un endoparásito migratorio que puede vivir libre en el suelo, en tejidos secos o rastrojos de cultivos hospedantes (tallos, hojas, bulbos y algunas malezas). Para alimentarse invaden los tejidos de las plantas aunque rara vez invaden las raíces, donde se reproducen y pasan generación tras generación dentro de los tejidos del hospedante (Filipjev, 1941) y emergen para entrar en el suelo sólo cuando las condiciones de vida dentro del vegetal no son adecuadas para su desarrollo (Nickle, 1991, Filipjev, 1941). Siendo generalmente los nemátodos pre adultos los que abandonan la planta (Agrios, 2005). El nemátodo es capaz de sobrevivir en estado de anhidrobiosis durante años y posteriormente ser activado ante condiciones de humedad (Dropkin, 1980). Además produce enzimas pectinolíticas, las cuales provocan la separa-



ción de las células en los tejidos hospedantes, síntoma diagnóstico indicativo de su presencia. Los síntomas secundarios debido al efecto del crecimiento local y necrosis varían en las diferentes especies de plantas (Southey, 1993). En plantas jóvenes los tejidos son suaves en ajo, el nemátodo puede invadirla casi en cualquier punto. Cuando es planta madura es probable que los nemátodos entren por la base del bulbo donde se originan las raíces o penetran al follaje a través de los estomas (Christie, 1974). Cuando se planta un 'diente semilla' sano de ajo en un suelo infestado, este inicia su actividad parasitaria penetrando en la planta en el momento de la emergencia, ya sea por la base del 'diente-semilla' o por el ápice del brote. En el 'diente semilla' se ha encontrado el nemátodo *D. dipsaci* ubicado en la cáscara y en la base del mismo, (Bruna, *et al.*, 1986).

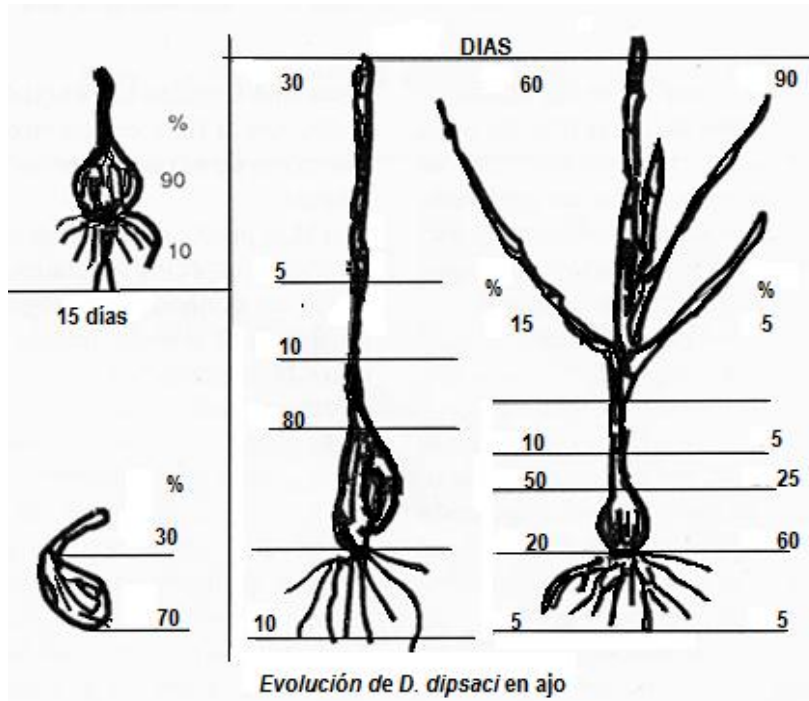
### 2.2.6. CICLO DE VIDA

*D. dipsaci* es una especie endoparásito migratoria, bisexual, anfimíctica y diploide, en ajo bajo condiciones óptimas el ciclo de vida completa entre 17 y 23 días, se ha observado que la máxima actividad y la mayor habilidad invasora se da entre 10-20 °C de temperatura y 57-70% de humedad. Cada hembra oviposita de 200 a 500 huevecillos, la primera muda se produce en el huevecillo, la segunda etapa juvenil emerge del huevecillo y rápidamente sufre la segunda y tercera muda y se desarrolla en pre-adulto o juvenil infectiva. Esta última puede resistir condiciones adversas de congelación y de desecación extremas durante largos períodos en fragmentos de tejido, tallos, hojas, bulbos y semillas de plantas o en el suelo. Bajo condiciones favorables de humedad y temperatura, los juveniles pre-adultas vuelven a la actividad, penetran en el hospedante, sufren la cuarta muda y se desarrollan en machos y hembras. Estas últimas ovipositan, sobre todo después de haber sido fecundadas. La reproducción se efectúa en los tejidos suculentos de rápido crecimiento o en los órganos de almacenamiento y continúa durante todo el año, aunque se retarda o inhibe a bajas temperaturas. *D. dipsaci* pasa generación tras generación en los tejidos, escapando al suelo sólo cuando las condiciones de vida en los tejidos de la planta se vuelven desfavorables. Cuando los bulbos severamente infectados se pudren, los juveniles pre-adultos salen de ellos y en ocasiones se reúnen cerca de las láminas basales de los bulbos desecados a manera de masas algodonosas de color blanco grisáceo denominadas 'lana' del nemátodo, donde pueden permanecer vivos durante varios años, el cuarto estado juvenil es la forma infectiva más importante debido a la capacidad desecarse y mantenerse en estado de anhidrobiosis, incluso puede sobrevivir en estado de criptobiosis a 150°C bajo cero hasta por 18 meses (Magunacelaya y Dagnino, 1999; Escuer, 1998).

### **2.2.7. DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD.**

Cuando el nemátodo del bulbo y tallo atacan a las semillas en proceso de germinación o a las plántulas jóvenes, penetran en ellas casi a nivel de la cofia de la raíz o en ciertas zonas todavía dentro de la semilla. Los nemátodos permanecen sobre todo a nivel intercelular, alimentándose de las células parenquimatosas de la corteza (Southey, 1978). Las células que se encuentran cerca de la cabeza de los nemátodos pierden todo su contenido o parte de ellos, en tanto que las células de los alrededores se dividen y crecen, formando hinchamientos sobre las plántulas. Estas pueden quedar malformadas, después de dicho alargamiento es frecuente que se produzca el rompimiento de la epidermis, la cual sirve ahora como punto de entrada a los invasores secundarios como hongos y bacterias (Canto, 1999). En plántulas, los nemátodos penetran en las hojas a través de los estomas o bien directamente a través de la epidermis en la base de las hojas (Canto, 1999). Una vez que los nemátodos han penetrado en las hojas, se produce alargamiento celular, desaparición de los cloroplastos y un incremento de los espacios intercelulares en el tejido parenquimatoso. Comúnmente los nemátodos permanecen y se reproducen en los espacios intercelulares alimentándose de las células parenquimatosas vecinas cuyos contenidos consumen sin ocasionar un manchado apreciable de las células restantes (Christie, 1974). Conforme crecen los bulbos los nemátodos salen de las hojas ya sea intercelularmente o desplazándose sobre la superficie de ellas y vuelven a penetrar en las vainas externas del tallo o cuello, a través de las cuales infectan a las escamas exteriores de los bulbos. Los tallos severamente infectados se ablandan e hinchan debido a la formación de grandes cavidades producidas por la degradación de la lámina media y de las células de las cuales los nemátodos se alimentan. Dichos tallos pierden su rigidez bajo el peso del follaje y con frecuencia colapsan. Los nematodos continúan avanzando intercelularmente a través de las escamas externas de los bulbos cuando se degrada el tejido parenquimatoso de estos últimos. Las células parenquimatosas se separan unas de otras de los vasos y estos últimos le dan a la escama el aspecto de encaje. Las células parenquimatosas maceradas tienen una textura blanca harinosa al principio, pero es frecuente que los invasores secundarios que se establecen en ellas hagan que se vuelvan cafés. En las primeras etapas de la infección, los nemátodos permanecen dentro de las escamas individuales y al observar los cortes de éstas, la infección tiene el aspecto de anillos completos o incompletos de tejido café o de color blanco escarchado. En las últimas etapas de la infección, los nemátodos pasan de una escama a otra e invaden a una mayor cantidad de ellas en un solo anillo. El avance de la

infección en el interior del bulbo prosigue en el campo y durante el almacenamiento hasta que, comúnmente todo el bulbo es afectado (Canto, 1999). Por otro lado, tan pronto como el bulbo infestado empieza a malograrse el nemátodo retorna al suelo (Carbonell, 1986).



**Figura 2. Localización de nemátodos en el bulbo y diente a los 15, 30, 60 y 90 días de plantación (tomado de Vega 1989).**

La distribución de *D. dipsaci* en la planta de ajo varía con su desarrollo. En un bulbo de ajo, figura 2, en el momento de cosecha el 90 % de los parásitos se localiza en el bulbo y el 10 % en las raíces; en un diente de 15 días de plantado, el 70 % se encuentra en la base del diente y el 30 % por encima del cuello de la planta; en una planta de 30 días más del 90 % se encuentra desde el cuello hacia arriba y el 10 % en las raíces; en una planta de 60 días el 75 % está por encima del cuello, 20 % en el cuello y el 5 % en las raíces; en una planta de 90 días el 85 % se encuentra entre el cuello y la base del bulbo, el 10 % por encima del cuello y el 5 % en las raíces, (Vega 1989).

### 2.2.8. SÍNTOMAS

En campos infestados con nematodo del bulbo y tallo, la emergencia de plántulas de ajo se retarda y las poblaciones disminuyen considerablemente. La mitad o una mayor cantidad de dichas plántulas pueden estar enfermas, tener un color pálido, quedar retorcidas, arqueadas y

presentar áreas alargadas a menudo se hinchan y su epidermis se agrieta tomando el aspecto de encaje. La mayoría de las plántulas infectadas mueren en las tres semanas posteriores al sembrado y el resto de ellas con frecuencia muere más tarde (Canto, 1999).

Cuando los bulbos se plantan en un suelo infestado, las plantas desarrolladas al cabo de aproximadamente 3 semanas muestran achaparramientos, manchas de color amarillo claro, hinchamiento y lesiones abiertas en su follaje. Las plantas y vástagos jóvenes desarrollan hinchamiento sobre su tallo y enrizamiento de sus hojas. La mayoría de las hojas exteriores con frecuencia pierden rigidez, sus puntas sufren muerte descendente y se debilitan a tal grado que pueden mantener su posición erecta y caen al suelo. El tallo y cuello se ablandan y dicho ablandamiento avanza gradualmente en sentido descendente a las escamas individuales, las cuales se ablandan, pierden cohesión y adquieren un color gris pálido. Las escamas afectadas toman el aspecto de anillos decolorados cuando se observan cortes transversales de los bulbos y de líneas decoloradas distintas en cortes longitudinales. En casos más avanzados, pueden ser afectados todo el bulbo o grandes áreas de él. Los bulbos infectados pueden también fragmentarse y quedar malformados o bien producir vástagos y bulbos dobles. Las escamas exteriores pueden perder cohesión y desprenderse al aplicar una ligera presión oblicua con el dedo pulgar en la mitad superior del bulbo y muestran además un tejido harinoso y escarchado debajo de ellas. Cuando el clima es seco los bulbos se desecan, pierden su aroma y su peso se aligera; durante las temporadas húmedas la pudrición es blanda debido a los invasores secundarios que destruyen a los bulbos y hacen que tengan un olor desagradable. En ocasiones, los bulbos infectados se ven sanos superficialmente pero continúan pudriéndose durante su almacenamiento, tiempo durante el cual la escama exterior con frecuencia se desprende, exponiendo las escamas inferiores blandas e hinchadas que muestran los tejidos harinosos y escarchados característicos (Canto, 1999).

Cuando las hojas y restos vegetales infestados se secan el nemátodo puede pasar al suelo y mantenerse vivo durante meses o incluso años en ausencia del hospedante. La infección se produce en edad temprana, inmediatamente antes de emerger del suelo, cuando la planta está brotando. Si el desarrollo es mayor puede penetrar por los estomas, lenticelas y otras aperturas naturales del tallo y del bulbo. Los síntomas generalmente se manifiestan por la aparición de zonas atrofiadas, malformaciones que pueden llevar a la muerte de la planta si la infestación es muy severa. Los tallos generalmente se deforman e hinchan, los entrenudos se acortan y retuercen, apareciendo nódulos y lesiones locales. El ataque del nemátodo

favorece la posterior entrada de hongos y bacterias que son los que dan color oscuro a las lesiones, se ha encontrado asociado con bacterias como *Clavibacter michiganense* subsp *insidiosum* y hongos como *Verticillium albo-altrum* en alfalfa. Densidades de 10 nemátodos. 500 g<sup>-1</sup> de suelo producen serios problemas en cebolla, remolacha y ajos (Escuer, 1998). Además, se ha estudiado la acción sinérgica con algunos hongos fitoparásitos como *Fusarium oxysporum*, sin embargo existen diversos organismos saprófitos que terminan de destruir y degradar los tejidos afectados por el nemátodo (Griffin, 1990).

### **2.2.9. DAÑOS**

Las pérdidas causadas por *D. dipsaci* en ajo depende del grado de infestación de bulbos y del grado de infestación del suelo (Christie, 1974). Reduce el rendimiento y calidad de los bulbos en cuanto en calibre y sanidad, y la mortandad de plantas llega al 80 %. En Colombia (Mundo, 1992) las perdidas llegaron al 100 %. En Italia se reportan perdidas del 50 % en la producción de ajo mientras que en Francia y Polonia alcanzan hasta el 90 %. *D. dipsaci* reduce la producción de ajo de forma considerable debido a la eliminación temprana de plántulas, ocasiona raquitismo y destruye a los bulbos al grado de dejarlos inutilizables para la propagación y consumo. La distribución cosmopolita de *D.dipsaci* se debe en parte a la actividad del hombre, su diseminación se ha visto favorecida por la habilidad del nemátodo a sobrevivir a la desecación en las semillas y bulbos. El número de hospedante supera los 450 entre plantas cultivadas y silvestres (Escuer, 1998). La presencia de *D. dipsaci* en las zonas productoras de ajo y cebolla en el Perú pueden ocasionar pérdidas de hasta el 100 % de la cosecha (Carbonell, 1990).

### **2.2.10. CONDICIONES FAVORABLES**

Las condiciones favorables para el desarrollo de *D.dipsaci* son suelos franco arcillosos y otros que retienen bastante humedad que suelos arenosos y livianos (Bruna, 1986). La humedad óptima es de 70 % (Di Sanzo, 1981), la humedad del suelo es uno de los factores que influyen en el aumento de la población del nemátodo. Cuando se encuentra en el suelo necesita agua libre para su incubación y movimiento (Maquera, 1991). La temperatura afecta la actividad del nemátodo tales como la oviposición, reproducción, movimiento, desarrollo y supervivencia; y afecta también a la planta hospedante. El nemátodo está restringido a climas templados, donde la planta se cultiva en invierno, así mismo, su temperatura óptima de reproducción es de 15 a 18 °C (Bruna *et al.*, 1986). *D. dipsaci* es un parásito obligado,

necesita de un hospedante que esté presente para que pueda desarrollarse y multiplicarse, si no se encuentra presente el hospedante, el nemátodo muere. Sin embargo se debe enfatizar que en suelo con humedad normal y ausencia de hospedante sobrevive de 12 a 18 meses; el pre-adulto permanece activo moviéndose lentamente y usando reservas de alimento mientras que en los suelos secos el período de quiescencia dura más (Filipjev, 1941).

#### **2.2.11. DISEMINACIÓN**

*D. dipsaci* se puede diseminar por el uso de ‘bulbo-semilla’ infestados, restos de plantas que quedan en el suelo, tierra con nemátodos adheridos a herramientas de trabajo o maquinaria agrícola, rastrojos o henos secos que se trasladan de un campo a otro, agua de riego que pasan por campos infestados (Canto, 1999), es frecuente que éstas se encuentren infestadas con juveniles de cuarto estadio, las partículas de suelo también son fuente de diseminación del nemátodo (Bruna y Guíñez, 1980; Tenente, 1996; Magunacelaya y Dagnino 1999). Según Roberts y Mathews (1995) y Plowright *et al.*, (2002), el nemátodo aparte de diseminarse a través de la semilla o partes vegetales, puede hacerlo también por medio del agua de riego y de drenaje, como también por la maquinaria que lleve restos de plantas enfermas o suelo infectado. Magunacelaya y Dagnino (1999), agregan como medio de diseminación al viento. Asimismo, *D. dipsaci* se distribuye por sus propios medios en el suelo y se dispersa horizontalmente y en forma desuniforme en éste, unas pocas pulgadas al año, aún así puede sobrevivir en las capas superficiales del suelo (Tenente y Evans, 1996).

#### **2.2.12. ANTECEDENTES DE DENSIDAD POBLACIONAL**

Se señala que un número muy pequeño de nemátodos del tallo es capaz de producir daños apreciables en algunos vegetales. Un brote de trébol rojo puede ser lesionado, en forma notable por uno o dos de estos parásitos. En los Países Bajos, puede dañarse gravemente una cosecha de cebollas, zanahoria o apio si la población de nemátodos del suelo, en el momento de la siembra, es más de 10 por 500 g de suelo. Puede afectarse gravemente una cosecha de centeno, remolacha, forrajes o papas, si la población del suelo excede de 20 individuos por 500 g de suelo (Christie, 1974). Estudios efectuados en la Platina (Chile) en donde se plantó ajo en macetas que contenían 5; 10; 15; 25; 50; 100 individuos de, *D. dipsaci* por 250 g de suelo, se determinó que bastan 5 individuos para producir la sintomatología típica de daño en las plantas (Bruna *et al.*, 1986), amarillamiento, deformación de bulbos y hojas, baja calidad y poco peso; además de que estos nemátodos también abren puertas de entrada para el ingreso de hongos y bacterias. En cebolla, se ha encontrado que 10 nemátodos por libra de

suelo (453 g) ya causan daño (Canto, 1999). Carbonell (1990) señala que teniendo niveles de población de 2 a 8 individuos por 100 cc de suelo causan serios daños al cultivo.

En Colombia (Perdomo, 1984) al inocularse suspensiones de 100, 500 y 2500 nemátodos de *D. dipsaci* en plantas de ajo (cultivadas en macetas de 500 cc de suelo) dentro de orificios hechos al rededor de la planta a una distancia de 1 cm cuando las plantas presentaban el primer par de hojas; a partir de la cuarta semana de la inoculación presentaron enrollamiento apical de las hojas; a las seis semanas una severa reducción de altura, proporcional al número de nemátodos empleados como inóculo. Hubo diferencia altamente significativa entre tratamientos y testigo. Posteriormente las plantas sometidas a tratamiento murieron. El mayor número de nemátodos se recuperó de bulbos y de tallos, especialmente en los niveles de 100; 500 y el menor número, en el nivel 2 500 debido a la competencia por alimento. En la raíz no se encontró nematodos, asimismo, se determinó que en ajo y cebolla *D. dipsaci* aumentó 14 veces la población inicial.

En muestras de ajo cv. 'Napurí' procedentes del valle de Tambo, se han registrado poblaciones muy elevadas de *D. dipsaci* que sobrepasan los 26 000 ind/5 g de material vegetal y 900 individuos en 100 cc de suelo. Situación verdaderamente preocupante, teniendo en cuenta que niveles poblacionales de 10-40 individuos en 500 cc de suelo pueden ya causar serios daños en este cultivo (Carbonell, 1990).

### **2.2.13. HOSPEDANTES.**

*D. dipsaci* es uno de los nemátodos más cosmopolitas, lo que da altas probabilidades de múltiples infecciones. Los registros indican que unas 500 especies de vegetales pertenecientes a unas 14 familias son atacadas en distinto grado por *D. dipsaci* (Plowright *et al.*, 2002). De acuerdo a Hooper (1972), Sikora y Greco (1990) y Plowright *et al.*, (2002) esta especie destaca por el nivel de daño que es capaz de causar a una gran diversidad de vegetales entre ellos narciso (*Tulipa gesneriana* L.), jacinto (*Hyacinthus orientalis* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), ajo (*Allium sativum* L.), puerro (*Allium ascalonicum* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), betarraga (*Beta vulgaris* L.), triticale, centeno (*Secale cereale* L.), avena (*Avena sativa* L.), maíz (*Zea mayz* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.), haba (*Vicia faba* L.), frutilla (*Fragaria ananassa* Duch.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y puede sobrevivir en malezas como mostaza (*Brassica nigra* L.), romaza (*Rumex crispus* L.), y hierba mora (*Solanum nigrum* L.), entre otras. Blake (1962), señala que el hospedante sobre el que se

encuentre el nemátodo influye sobre las condiciones reproductivas de éste y aún sobre aspectos morfológicos: largo del cuerpo, desarrollo y disposición de los órganos genitales. Existen además muchas especies de malezas hospederas, tales como correhuela (*Convolvulus arvensis* L.), hualcacho (*Echinochloa crus-galli* L.), pasto miel (*Holcus lanatus* L.), bolsita del pastor (*Capsella bursa-pastoris* L.), pasto cebolla (*Arrhenatherum elatius* L. ssp. *bulbosus*), sanguinaria (*Polygonum aviculare* L.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y yuyo (*Brassica rapa* L.) (Insunza y Valenzuela, 1995).

### **2.3. CONTROL**

Distintos autores coinciden en identificar que el objetivo del control es mantener la densidad de la población de nemátodos por debajo de niveles de daño fisiológico, mediante costos que resulten inferiores al beneficio alcanzable con su aplicación (Dropkin, 1989, Heald, 1987, Thomason y Caswell, 1987). El término ‘control’ es aplicado a acciones que pretenden causar una marcada reducción de la población del nemátodo o del daño a corto plazo de su parasitismo en la planta; mientras que ‘manejo’ supone la aplicación armónica de un conjunto de prácticas que persiguen el mismo propósito anterior, pero con una programación a largo plazo y buscando una mayor persistencia de sus efectos (Thomason y Caswell, 1987). Diferentes autores asumen, por otra parte, que el concepto de ‘manejo’ presenta un carácter preventivo, en contraste con ‘control’ que supone una acción dirigida a curar o remediar. La aplicación del término manejo integrado supone, finalmente, el esfuerzo por integrar distintas prácticas en forma racional (Roberts, 1983). En contraposición, la concepción integral o sistémica con que se concibe la idea de ‘manejo’, el concepto ‘control’ conduce habitualmente a la compartimentalización. Así, la forma más habitual de presentar sus distintas alternativas es clasificarlas según la naturaleza de las herramientas básicas que se emplean. De esta forma los métodos de control son generalmente clasificados como químicos, físicos, culturales, biológicos y el empleo de cultivares resistentes (Thomason y Caswell, 1987; Dropkin, 1989).

#### **2.3.1. FÍSICO**

Se pueden aplicar tratamientos con calor para desinfectar material de propagación, generalmente con agua caliente, ya que el sistema metabólico esencial de los nemátodos se inactiva con temperaturas cercanas a los 50°C (Dropkin, 1980). Sasser (1989), indica que el calor seco aplicado usando quemas en lugares infestados reduce la incidencia de la población



de nemátodos. En California el uso de agua caliente a 37,7 °C por 30 minutos seguido por otro baño de agua caliente a 48,8°C por 20 minutos con una concentración de 0,74 % de formalina ha dado resultados adecuados (Mundo, 1992).

El tratamiento de termoterapia basado en agua a alta temperatura (método de Lear y Jhonsen, 1962) y la adición de hipoclorito de sodio (modificado por Robert, 1990) es la siguiente (Zumaran y Delgado, 1995): 1) Etapa de precalentamiento o activación: de 38°C a 42 °C durante 15 a 20 minutos. 2) Etapa de calentamiento o muerte: de 48°C a 50°C por 15 a 20 minutos más hipoclorito de sodio 8 a 10 cojines / cilindro de 200 L. 3) Etapa de enfriamiento: agua a temperatura ambiente más un fungicida por 5 minutos. 4) Etapa de oreado o secado, extendido en sombra.

En Colombia se han realizado trabajos para el control de *D. dipsaci*. Así se pre-remojó diente de ajo y luego se les sumergió en agua a temperaturas entre 42 y 56 °C por 10 a 30 minutos, hallándose que el mejor control se obtiene con inmersión en agua a 50 °C durante 30 minutos o a 52 °C durante 20 minutos, con un remojo previo de 4 horas a temperaturas ambiente; rebajándose el porcentaje de plantas afectadas en 90 a 99 %. En forma análoga se trabajó con nemastáticos, resultando el mejor tratamiento el pre-remojo en agua a temperatura ambiente por más de 2 horas y una inmersión posterior en una suspensión de profos 50 % a una dosis de 40 cc/L de agua durante 30 minutos, este redujo el porcentaje de plantas afectadas entre 70 y 94 %. En experimentos de campo los tratamientos descritos anteriormente dieron una eficiencia del 95 % con relación al testigo en el cual se produjo un 100 % de ataque. Posteriormente se uso la semilla tratada con agua a 50 °C por 20 minutos, las plantas resultantes en el campo no mostraron síntomas de *D. dipsaci*. También se probó tratamientos con aire caliente e inmersión en suspensión de profos 50%, y los resultados fueron ligeramente inferiores de los tratamientos de agua caliente (Nieto, 1986).

Los bulbos pueden tratarse con agua caliente a 46° C durante una hora o inmersión primero en una solución de formaldehído al 1% durante 30 minutos a una temperatura de 38 ° C, y luego con agua detergente al 0,1 % a la misma temperatura y por 150 minutos y por último inmersión durante 20 minutos a 48-50° C en la misma solución de detergente (Lear y Johnson, 1962)

La combinación tiempo-temperatura mayor a 49 °C por 16 minutos y 51,5°C por 4 minutos son letales para el nemátodo. Sin embargo, se determino el efecto de varias temperaturas y tiempos de tratamiento sobre la germinación y habito de crecimiento del cultivo de ajo; además se incluyó el estudio de los efectos de pre-remojo de los dientes en combinación con

un tratamiento sin agua, los resultados indican que el diente de ajo tolera una temperatura de 50 °C durante 20 minutos y 49 °C durante 25 minutos. La exposición a temperaturas de 51°C a más, dañaron al diente semilla. La tolerancia del diente pareció estar asociada con los grados de latencia del mismo, ya que tratados en tiempos cercanos, después de la cosecha toleraron mejor el calor que aquellos tratados en tiempos cercanos a la plantación (Lear y Johnson, 1962).

Para el control de *D. dipsaci* en semillas de ajo, Roberts y Matthews (1995), recomiendan sumergirlas en agua caliente y sin aditivos químicos. Los altos límites de tolerancia térmica del ajo son similares a los límites de resistencia de temperatura para los estadios juveniles del nemátodo (47 a 49 °C) como para prevenir la completa desinfección sin provocar daño.

El tratamiento por inmersión en agua caliente y formol con fines comerciales a dientes semilla de ajo es una versión modificada de la desarrollada por Lear y Johnson. Los lotes de diente semillas se sumergen en un baño de agua caliente durante 30 minutos a 38 ° C seguido por inmersión de formaldehído a 0,74% durante 20 minutos a 49° C, 10 minutos en benomyl a 0,06% a 18 °C y secado al aire. La solución de formaldehído se ha utilizado también en la fase de calentamiento, pero no es necesario, y las concentraciones de 0,2 a 1,0% de formaldehído acuoso se han utilizado eficazmente para ajo y otras plantas bulbosas (Jhonson y Lear, 1965; Quiu *et al.*, 1993). El benomyl, en la etapa de enfriamiento esteriliza la superficie y minimizar la contaminación por hongos, la inmersión de dientes semilla de ajo al agua caliente con el empleo de aditivos para controlar *D. dipsaci* es deseable.

Los estudios *in vitro* en la tasa de mortalidad *D. dipsaci* y los umbrales de temperatura con diferentes combinaciones y el tiempo de exposición en soluciones acuosas han revelado mortalidad rápida a los 48° C que a temperaturas bajas (Green, 1964; Lear y Jhonson, 1962; Winfield, 1970). El tiempo requerido para el 100 % de mortalidad fue de 150, 60 y 15 minutos a 44, 46 y 48 °C, respectivamente (Lear y Jhonson, 1962).

En base a trabajos de Lear y Johnson, el ajo es fácilmente dañado por la exposición a pocos minutos a temperaturas superiores a 49° C (Jhonson y Roberts, 1994; Jhonson y Lear, 1965). Por lo tanto, se intentó modificar la inmersión de agua caliente sin aditivos para maximizar la desinfección *D. dipsaci* sin dañar los dientes de la semilla. Incrementando la inmersión en caliente (49°C) a 30 minutos y la extensión de la duración del remojo en calentamiento por 60 minutos no logró mejorar constantemente la eficacia del tratamiento por inmersión de agua caliente. A los 30 minutos de exposición por inmersión en caliente, la emergencia de

ajo se retrasó, pero al final la planta se estableció, el lento brotamiento sugiere que la una duración de remojo a 49°C es el límite de daño para los diente semilla.

Ampliar la duración del remojo de pre-calentamiento no reduce la eficacia de la desinfección, como era de esperar si hubiera un efecto condicionante sobre *D. dipsaci* para resistir los efectos del calor. Sin embargo, los informes sobre la resistencia a pre-acondicionamiento inducida han involucrado a la exposición de los nemátodos *in vitro* o en bulbos de narcisos infectados por varios días o semanas (Green, 1964; Roberts y Greathead, 1986). El remojo de precalentamiento se incluye para aumentar gradualmente la temperatura del diente, para hidratar y activar plenamente los nemátodos que han estado en anhidrobiosis en dientes y bulbos secos. Al parecer, los beneficios de la inmersión en el calentamiento se logran dentro de la duración de 30 minutos, y ningún beneficio adicional es obtenido mediante la ampliación del tiempo de remojo (Roberts y Matthews, 1995).

### 2.3.2. QUÍMICO

Vega (1989), indica numerosos estudios para mejorar las prácticas de control de *Ditylenchus dipsaci* en ajo resumiéndolos en los siguientes puntos:

- a. La sanidad del cultivo, depende de que el ‘diente semilla’ este o no infectado.
- b. Los nemátodos en el suelo pueden infestar el cultivo, produciendo diente que los lleven a futuros cultivos afectando su producción.
- c. Los nemastáticos oxamil, fenamifos, carbofuran y aldicarb tienen un efecto marcado contra el nemátodo; los resultados obtenidos dependen de la dosis, momento de aplicación, formulación y la forma de aplicación.
- d. Estos productos actúan directamente sobre el diente por contacto, no siendo de importancia la propiedad sistémica que ellos poseen.
- e. El efecto sobre el nemátodo es por contacto de estos productos en los dientes durante un tiempo determinado. Esto se logra sumergiendo el ajo en la solución del producto (inmersión), depositando el producto sobre el diente para que luego se disuelva en el agua del suelo (humedecido), o el producto este en la solución del suelo a partir de granulados o asperjados.
- f. El momento de aplicación debe ser siempre previo a la plantación o en el momento de instalarse. Las aplicaciones de sistémicos al cultivo no da buenos resultados.
- g. El mejor método de control preventivo es la selección de ‘semilla’ libre del nemátodo.

**Cuadro 2. Algunos tratamientos químicos recomendados para el control de *D. dipsaci* en el cultivo de ajo (Tomado de Vega, 1989).**

Método de Aplicación	Tratamiento químico
Inmersión	Vidate L: 500 ml/100 L ; inmersión 18 h
	Nemacur L : 150 ml/ 100 L ; inmersión 4 h
Humedecido	Nemacur L : 150 ml/100 kg de dientes (*)
	Furadan 47% : 250 g / 100 kg de dientes (*)
	Nemacur L : 650 ml / 100 L (**)
	Furadan 47 % : 3,4 L /100 L (**)
Granulados	Nemacur G 10 % : 240 g / 10 m de surco; 40 kg / ha
	Furadan G 10 % : 240 g / 10 m de surco; 40 kg/ha
	Temik G 15 % : 80 g / 10 m de surco; 13 kg/ha
Aspersiones	Nemacur L 40 %: 3 L /ha
	Furadan 47 % : 2,6 L / ha

(\*)

Aplicar en tanque mezclador en 4 a 6 litros.

(\*\*)

Inmersión durante 10 h.

En el cuadro 2 y 3 se presentan algunos tratamientos químicos y nematocínicos recomendados para el control de *D.dipsaci* en ajo (Vega, 1989 y Philippi, 1989).

Del Toro *et al.*, (1989), recomienda los siguientes controles químicos:

a. Desinfección de ‘dientes semillas’:

Inmersión de dientes en:

- carbofuram TS 400 cc/100 L , por 4 h
- ethoprop 70 % E 350 cc/ 100 L, por 1 h
- fenamifos 40 % E 150 cc / 100 L, por 1 h
- macerado de ajo al 25 %, por 24 h

Tratamiento rápido

- carbofuram 35 % TS, 3 L/100 L agua, por 5 minutos

Embarrado del diente, método semihúmedo o ‘slurry’

- carbofuram TS 250 cc /100 kg ‘diente’ con 5 - 8 L agua
- fenamifos 40 % E 150 cc/100 kg ‘diente’ con 5 - 8 L agua

Inmersión rápida de dientes

- fenamifos 40 % LE 650 ml/ 100 L por 10 minutos
- carbofuram 35 TS 3,5 L / 100 L por 10 minutos

## b. Tratamiento de suelo:

- 3 kg p.a./ha de granulado aldicarb, carbofuran o fenamifos

## c. Aspersión sobre el surco

- fenamifos 40% LE 3 L/ha (15 ml/ surco de 100 m)
- carbofuran 47 F 2,6 L/ha (13 ml/ surco de 100 m)

**Cuadro 3. Nematóxicos (adaptado de Philippi, 1989).**

Nombre técnico	Nombre químico	Nombre comercial	Formulación
<b>Nematicidas fumigante de acción múltiple</b>			
Dazomet	3,5 – dimetil – tetrahidro – 1, 3, 5, - 2, H – tiodiazona	Basamid Fongosan Tiazon Mylone	G, mG
<b>Nemastáticos no fumigantes</b>			
<b>Organofosforados</b>			
etoprofos ethoprophos (BSI-ISO) ethoprop (ANSI-USA)	O – etil – S, S – dipropil fosforoditioato	Mocap	EC, G
fenamifos fenamiphos	etil – 3 – metil – 4 (metiltio) – fenil – isopropil fosfomidato	Nemacur	G, EC
Cadusafos	O-etil S,S-di-sec-butil Fosforoditioato	Rugby	G
<b>Carbamatos</b>			
Aldicarb	2 – metil -2- (metiltio) – propionaldehido – 0 – (metilcarbamoil) oxima	Temik	G
Oxamil	N, N – dimetil – 2 – metilcarbamoiloximin 0 – 2 – (metiltio) acetamida	Vydate	L, CE, G
Carbofuran	2,3 – dihidro – 2,2 – dimetilbenzofuran – 7 - ilmetilcarbamato	Furadan Carbodan	L, G, SA, FW

### **A. Dazomet (basamid)**

Basamid Granulado es un desinfectante de suelos de amplio espectro, el producto no deja residuo en el suelo o en la cosecha está considerado como idóneo para ser incluido en sistemas de producción respetuosos con el medio ambiente. Su composición es 98% de dazomet en forma microgranulado, lo que permite un reparto en el suelo más preciso y uniforme. Una vez aplicado, se descompone liberando 3 principios activos con distinto efecto en el suelo, dichos compuestos son (Certis, 2006; BASF, 1998):

- Isotiocianato de metilo, que presenta efecto herbicida, fungicida, insecticida y nemastático y es considerado como el principal agente de desinfección.
- Sulfuro de carbono, que tiene efecto principalmente como nemastático.
- Formol, cuyo efecto es esencialmente fungicida.

Tras la degradación de estos tres compuestos en el suelo se obtiene dióxido de carbono, nitratos, sulfatos y agua, por lo que si su descomposición es correcta, ningún residuo permanece en el suelo, presenta cuatro efectos distintos sobre los organismos patógenos del suelo, lo que hace que sea considerado como un potente desinfectante de amplio espectro, dichos efectos son (Certis, 2006; BASF, 1998):

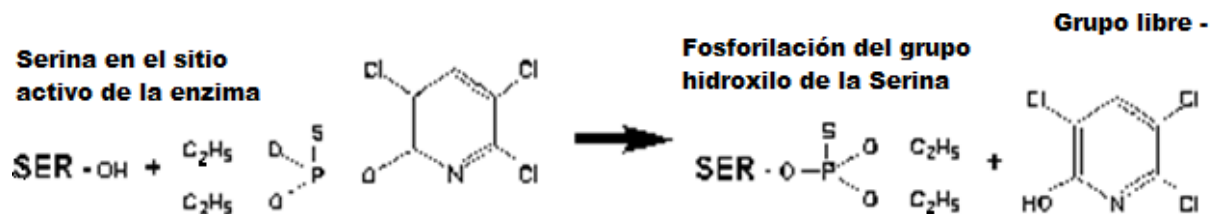
- Acción fungicida, actuando sobre hongos responsables de podredumbre en semillas y enfermedades de tallo (*Phytium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, etc.), así como de las responsables del marchitamiento (*Fusarium* y *Verticilium*).
- Acción insecticida, presentando actividad contra los insectos presentes en el suelo en el momento del tratamiento tales como gusano gris, gusano del alambre o gusano blanco.
- Acción herbicida, destruye semillas que se encuentren germinando en ese momento y presenta una buena acción sobre malezas propagadas por rizomas y bulbos (*Cynodon* y *Oxalis*, respectivamente).
- Acción nemastático contra nemátodos libres del suelo (*Pratylenchus*), y en menor medida contra formadores de nódulos (*Meloidogyne*) y enquistados (*Heterodera*).

Una vez aireado el terreno, Basamid ya no presenta efecto, por lo que es imprescindible no contaminar de nuevo la zona tratada mediante la entrada de material vegetal en mal estado o infectado por algún patógeno. Basamid Granulado es una alternativa al Bromuro de Metilo en todo tipo de cultivo. Su uso a dosis de 400-500 kg/ha proporciona un excelente control en *Fusarium*, *Verticilium*, *Rhizoctonia* y malezas anuales. Solo o combinado con DD (1,3 dicloropropeno) consigue resultados excelentes en aquellos suelos que arrastran graves

problemas de patógenos de campañas anteriores. El uso de cubiertas de plástico para conseguir un mejor sellado asegura una fumigación eficaz que protege el cultivo y asegura grandes beneficios (Certis, 2006).

## B. Organofosforados (OFs).

El sitio objetivo para los OFs es la enzima acetilcolinesterasa. Los OFs reaccionan con un grupo hidroxilo serina dentro del sitio activo de la enzima, fosforilando este grupo hidroxilo y produciendo un grupo hidroxilado que ‘se va’. Este proceso inactiva la enzima y bloquea la degradación del neurotransmisor acetilcolina, acumulandose. Las concentraciones sinápticas de acetilcolina aumentan entonces y ocurre una hiperexcitación del SNC. Los signos de intoxicación incluyen agitación, hiperexcitabilidad, temblores, convulsiones, y parálisis. En insectos, los efectos de los OFs están confinados al SNC, donde están ubicadas virtualmente todas las sinapsis colinérgicas. Como a menudo requieren una activación biológica y deben penetrar en el SNC, los OFs no tienen una acción tan rápida como los piretroides. La fosforilación de la acetilcolinesterasa por los OFs es persistente; la reactivación de la enzima puede tomar muchas horas e inclusive días, (Bloomquist, 2003; Ware y Whitacre, 2004.).



**Figura 3. Interacción de los organofosforados con la acetilcolinesterasa, (Adaptado de Bloomquist, 2003).**

### B. 1. Cadusafos (Rugby 10 G)

Rugby® 10 G es un nemastático/insecticida organofosforado, inhibe la síntesis de la enzima acetil colinesterasa a nivel del sistema nervioso del insecto; cadusafos como ingrediente activo, se difunde desde la formulación del producto en la humedad del suelo; una vez en la solución del suelo, el producto controla las formas juveniles de nemátodos y las plagas presentes que se hallan próximas al sistema radicular del cultivo. Debido a su baja movilidad en el suelo y su poca solubilidad en agua, Rugby® 10 G permanece en el lugar donde fue aplicado controlando por un mayor tiempo las plagas y nemátodos presentes en la zona de

aplicación. Rugby® 10 G actúa por contacto e ingestión, por lo tanto no es absorbido por las raíces y no es translocado a las partes aéreas de las plantas, debido a ello no se obtienen residuos a la cosecha del cultivo (BASF, 2004).

### **B. 2. Ethoprophos (Mocap 15 G, Mocap 20 CE)**

Es un poderoso nemastático de acción secundaria sobre un gran número de insectos, es activo en todas las especies de nemátodos e igualmente un excelente nemastático. Actúa por contacto, deja pocos residuos en los cultivos; asegurando una protección duradera debido a su gran persistencia, normalmente de 2 a 4 meses. Ethoprop se transforma en metabolitos inocuos como metilpropilsulfuro, metilpropilsulfoxido y metilpropilsulfona obtenidos en fases sucesivas de hidrólisis y de sulfoxidación. Aunque ingresa al sistema radicular no es considerado como sistémico. El comportamiento del producto en el suelo, la movilización por difusión y percolación es poca y limitada a algunos centímetros, varía en función de la temperatura, humedad, pH del suelo y el contenido de materia orgánica. La duración del i.a. aumenta cuando en porcentaje de materia orgánica se incrementa; disminuye cuando la temperatura y el grado de humedad se elevan, (Rhône Poulenc 1992).

### **B. 3. Fenamifos (Nemacur)**

Es un nemastático de efecto sistémico, de elevada potencia contra nemátodos que forman nódulos, quistes en las raíces y los que viven libres (Bayer 1996). Empleado para aplicaciones al suelo y al follaje ya que puede moverse basipetalamente, aunque ésta sistematicidad no ha sido probada como efectiva en el control de nemátodos de la raíz (Hague y Gowen, 1987).

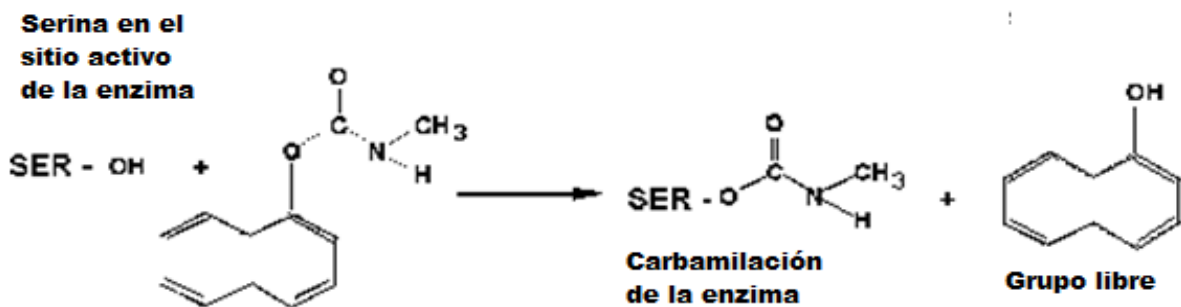
## **C. Carbamatos**

Los carbamatos existen como ésteres del ácido carbámico. Estos compuestos son más solubles en solventes orgánicos. Otros carbamatos son de una naturaleza más alifática y pueden tener suficiente miscibilidad en agua para actuar como insecticidas sistémicos efectivos (por ejemplo aldicarb). Los carbamatos a menudo son altamente tóxicos para los mamíferos y, por tanto, deben manejarse con cuidado. Entre los insectos, estos productos son particularmente tóxicos para los himenópteros benéficos tales como las abejas melíferas, (Bloomquist, 2003). El modo de acción de los carbamatos es similar al de los OFs. En este caso, la reacción causa una carbamilación del grupo hidroxilo serina; también se genera un grupo hidroxilado que abandona, figura 4. El SNC es el sitio de acción de los carbamatos y



los signos de intoxicación también son similares a los OFs. Comparada con la fosforilación, el complejo de enzimas carbamiladas es relativamente menos estable; típicamente se hidrolizará en un período de varios minutos, (Bloomquist, 2003).

Los carbamatos inhiben la colinesterasa (ChE) de la misma manera que los OFs, y se comportan de una manera casi idéntica en los sistemas biológicos, pero con dos diferencias principales. Algunos carbamatos son potentes inhibidores de la alilesterasa (son esterasas alifáticas misceláneas cuyas funciones exactas no son conocidas), y su selectividad algunas veces es más pronunciada contra la ChE de diferentes especies. Segundo, la inhibición de ChE por los carbamatos es reversible. Cuando la ChE es inhibida por un carbamato, se dice que está carbamilada, de la misma manera que un OFs resulta en que la enzima esté fosforilada. En insectos, los efectos de los OFs y los carbamatos son principalmente el envenenamiento del sistema nervioso central, porque la unión neuromuscular de los insectos no es colinérgica, como lo es en los mamíferos. Las únicas sinapsis colinérgicas que se conocen en los insectos están en el sistema nervioso central. (Ware y Whitacre, 2004).



**Figura 4. Interacción de los carbamatos con la acetilcolinesterasa, (Adaptado de Bloomquist, 2003).**

### **C.1. Aldicarb (Temik)**

Es un nemastático sistémico empleado para el tratamiento de pre o postsiembra o plantación (Philippi, 1989). El ingrediente activo es liberado de los gránulos, absorbido por las raíces y transportado acropetamente en la planta, actúa por contacto sobre los nemátodos que se encuentran en el suelo, afectando sus hábitos alimenticios y reconocimiento del hospedante. En la planta y probablemente dentro del nemátodo, aldicarb es metabolizado rápidamente a aldicarb-sulfoxido y en cantidades pequeñas a aldicarb-sulfone (Union Carbide Corporation, 1975). A nivel celular inhibe las esterasas, cuyo efecto se traduce en el bloqueo de la cadena metabólica de los lípidos, lo que resulta en una anómala acumulación de lípidos en

el citoplasma (Hague y Gowen, 1987 y Trett y Perry, 1985). El modo de acción del aldicarb en insectos es principalmente como un inhibidor de la colinesterasa, asimismo el modo de acción en los nemátodos es el mismo (Spurr, 1966 y Van Gundy, *et al.*, 1977). Los síntomas de toxicidad incluyen a) falla en la orientación de los machos; b) inhibición de la eclosión de los huevos; c) reducción de la invasión de los nematodos; d) reducción del desarrollo del nemátodo (Hough y Thomason, 1975; Steele, 1976).

### **C.2. Carbofuran (Furadan, Carbodan)**

Insecticida nemastático de acción sistémica aplicados al suelo y follaje, tanto en pre-siembra, al momento de la siembra y/o plantación, o en cultivos establecidos aún en plena producción, se encuentra en formulaciones granuladas, concentradas y en suspensión, se puede incorporar al suelo en dosis de 2 a 6 kg de i.a./ha (Philippi, 1989). Es un insecticida y nemastático indicado para el control de insectos y gusanos en tratamiento de suelo. También está indicado para nemátodos de los géneros *Ditylenchus*, *Aphelenchus* y *Meloidogyne*. Es absorbido a través de las raíces y traslocado a toda la planta, actuando contra las plagas para las que está recomendado, durante los primeros estadios del cultivo, protegiéndolo desde la germinación y emergencia hasta su implantación definitiva. En el suelo es necesaria buena humedad para la acción del producto, (Dupont, 2008).

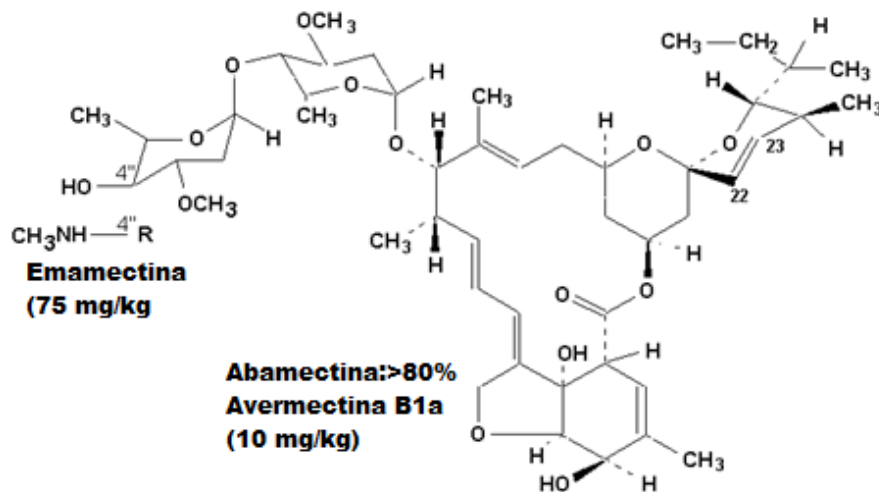
### **C.3. OxamiL (Vydate)**

Nemastático sistémico aplicado al suelo y follaje en su formulación líquida, controla nemátodos, insectos y acaros. Los resultados respecto a su acción nemastático a través de una movilización basípeta, han sido erráticos y requieren mayor información. Es un producto altamente soluble en agua lo que permite una distribución uniforme en el suelo. Se emplea en dosis de 3 a 6 kg i.a. /ha (Philippi, 1989). Es un nemastático que pertenece al grupo de los carbamatos, su actividad de control la ejerce mediante un mecanismo neurotóxico y afecta el funcionamiento normal del SNC, donde es bloqueado a nivel de la acetilcolinesterasa, su inhibición provoca parálisis y muerte del nematodo. Es sistémico y se moviliza por xilema y floema, es un producto de rápida descomposición, (Farmex, 2010).

### **D. Avermectinas**

Las avermectinas son un grupo de lactonas macrocíclicas aisladas del hongo *Streptomyces avermitilis*. La esencia de la estructura básica de las avermectinas es evidente en el producto natural avermectina B1a, figura 5, el cual es el principal constituyente del insecticida abamectina. La modificación química de la avermectina B1a ha producido cierto número de

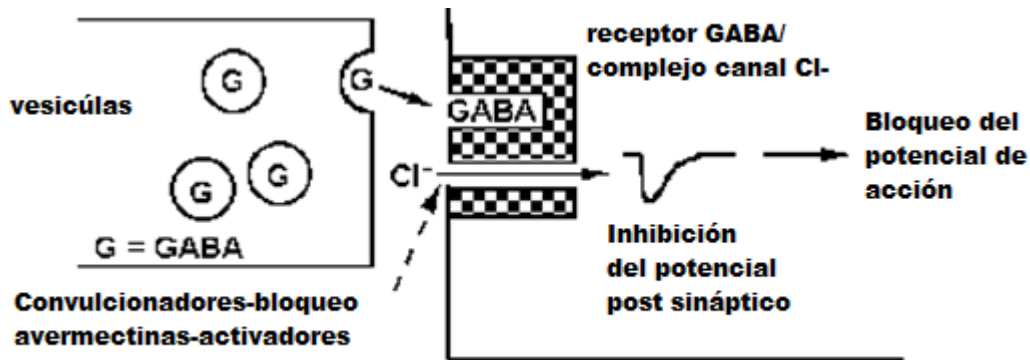
materiales semi-sintéticos. Uno de los más importantes es el compuesto emamectina (4'-epimetilamino-4'-deoxiavermectina B1a), el cual tiene alta actividad insecticida contra orugas. Las avermectinas son insolubles en agua. Tanto la abamectina como la emamectina tienen una toxicidad a mamíferos bastante alta, pero su movimiento translaminar hacia adentro de las hojas tratadas, la actividad oral contra insectos plagas, y su rápida descomposición al exponerse a luz solar, son todas propiedades favorables desde el punto de vista de MIP, (Bloomquist, 2003). En mamíferos, la intoxicación con avermectina comienza con hiperexcitabilidad, temblores y pérdida de la coordinación, y más tarde desarrolla una ataxia y un efecto calmante parecido a un coma. En insectos y nemátodos envenenados con avermectinas, la ataxia y la parálisis son los principales signos de intoxicación, con muy poca o sin hiperexcitación, (Bloomquist, 2003).



**Figura 5. Las avermectinas, (Adaptado de Bloomquist, 2003).**

Las avermectinas bloquean la actividad eléctrica en los nervios y los músculos de vertebrados e invertebrados al incrementar la conductancia de las membranas a los iones de cloro. El efecto es similar al del GABA, pero es esencialmente irreversible, figura 6. En los tejidos que contienen receptores del GABA, el aumento de la conductancia dependiente de la avermectina a menudo va acompañado de una pérdida de la sensibilidad al GABA aplicado de manera exógena y este bloqueo de la acción del GABA puede ser responsable de los temblores transitorios observados en mamíferos. Las avermectinas son bastante indiscriminadas en su modo de acción, y pueden afectar cierto número de otros canales de cloro controlados por ligandos o voltaje. De especial importancia son los canales de cloro

controlados por glutamato en los músculos esqueléticos de insectos y nemátodos, los cuales pueden ser un factor intermediario para la parálisis muscular inducida por avermectina, (Bloomquist, 2003). Las avermectinas bloquean el neurotransmisor ácido g-aminobutírico (GABA) en la unión neuromuscular de insectos y ácaros. La actividad visible, tal como comer o poner huevos, se detiene pronto después de la exposición, aunque la muerte puede no sobrevenir durante varios días, (Ware y Whitacre, 2004).



**Figura 6. Acción de las Avermectinas en los receptores sinápticos, (Adaptado de Bloomquist, 2003).**

#### **D.1. Vertimec 1.8 % EC**

Vertimec es un producto a base de abamectina que posee dos modos de acción fisiológicos. Por un lado, se une irreversiblemente a los receptores de GABA en la sinapsis inhibida y por otro se une a los receptores H<sup>+</sup> del glutamato en la superficie del músculo. Esto produce un continuo e irreversible flujo de iones Cl<sup>-</sup> que van hacia el interior de los tejidos musculares, suprimiendo permanentemente las contracciones de los músculos, visualmente manifestado como parálisis. Este modo de acción se llama Activación del Canal de Cloro y es un modo de acción único para el control de orugas de lepidópteros. Abamectina actúa básicamente por ingestión y en menor escala por contacto. Es rápidamente translocada, constituyendo un reservorio de sustancia activa que permite un control duradero, evitando el lavado por la lluvia y la degradación por la luz solar. La parte que queda en la superficie del vegetal se degrada rápidamente limitando la actividad de contacto sobre artrópodos beneficiosos (Syngenta 2009).



sabido que los derivados benzimidazólicos actúan a nivel de la biosíntesis, o de las funciones de las bases púricas. Persiste durante largo tiempo, tanto en tratamientos foliares de cultivos protegidos, como en condiciones de campo y en el terreno, lo que se debe en parte a que es débilmente degradado por los microorganismos y emigra a lo largo del perfil del suelo a unos 20 cm de profundidad. Es compatible con la mayoría de los biocidas y fertilizantes y usado adecuadamente no resulta fitotóxico, excepto cuando se suministra al terreno a partir de ciertas dosis. Presenta baja toxicidad para el hombre y los animales de sangre caliente (LD50 para ratas=9 590 mg/kg), no produce toxicidad crónica ni irrita la piel, siendo débilmente tóxico para abejas, pájaros y peces. Puede dar lugar a la aparición de resistencia en cepas de un patógeno, si bien ésta al parecer pudiera desaparecer, alternando el suministro con otros fungicidas de distinto principio activo, (Gimenez, 1989).

### **2.3.2.1. ANTECEDENTES CONTROL QUÍMICO**

Whitehead y Tite (1987) así como Cook *et al.*, (1992), afirman que el control químico es una muy buena alternativa para el control del nemátodo. El uso de fumigantes de suelo es costoso y se usa el DD, Vidden D o Telon en una proporción de 50 galones por acre (Yepes, 1972). Se efectuaron trabajos de control en California (USA) encontrando que un pre-remojo a 37°C 30 minutos en una solución de formalina y detergente seguido por un tratamiento de 20 minutos a 48°C en la misma solución, erradica al nemátodo de dientes de ajo. Estos dientes tratados deberían secarse a 37°C por 2 horas sin deterioro del efecto y que la adición de PCNB no afectó el brotamiento y crecimiento del ajo (Canto, 1999).

Entre 1981 y 1986 se experimento en campo para evaluar el efecto del aldicarb en el control de *D. dipsaci*, en dientes de ajo cv. ‘Colorado’. Se usaron nemastáticos como carbofuran, ethropop, oxamyl, macerado de ajo, fenamifos, triazofos y bromuro de metileno. El modo de aplicación fué inmersión de dientes en caldo nemastático, embarrado o ‘slurry’, fumigación y aplicación de granulados al suelo al momento de la plantación. Utilizando diferentes texturas de suelo y diferentes niveles de infestación en dientes. Los resultados indican que aldicarb a 3 kg de i.a. /ha aplicado al suelo al momento de la siembra fue el mejor tratamiento (Del Toro, 1987; Bruna *et al.*, 1986).

En Venezuela previo remojo de los dientes de ajo durante 14 horas en agua para activar el nemátodo y luego aplicarle tratamientos se encontró lo siguiente: tratamiento con agua caliente sola o con formaldehido no fueron efectivos para el control de *D. dipsaci* a temperaturas que no producirían disminución en la brotación de los dientes. Por otro lado los

tratamientos con nemastáticos Gusathion (azinphosmethyl) 1,5 ml/litro por 60 minutos; Mocap 50 % (ethropop) 2,7 ml/litro por 30 minutos y Vydate 25 % (oxamyl) 10,4 ml/L por 30 minutos fueron los mejores tratamientos en laboratorio y en campo. Posteriormente, se confirmó que Vydate, seguido por Mocap fueron los mejores para desinfección de los dientes de ajo. Las mejores combinaciones de desinfección de los dientes de ajo con tratamiento al suelo fueron Vydate 25% con Furadan 3% G (200 kg/ha), seguido por Mocap 50% o Gusathion 50 % con Furadan 3 % G. Otra conclusión es que el tratamiento de la semilla aparentemente fue más importante que el tratamiento al suelo; ninguno de los tratamientos seleccionados fueron fitotóxico, y la efectividad de los tratamientos se mantuvo hasta la cosecha y almacenaje, siendo Mocap más eficiente (Meredith, 1977).

En República Dominicana para el control de *D. dipsaci* se recomienda el uso de Namacur 10 % G aplicado al momento de la siembra al 50 a 65 kg/ha (Bayer, 1988). En EEUU se encontró que aldicarb y fenamiphos a 2,52 y 5,04 kg de i.a./ha suprimieron efectivamente la infección por *D. dipsaci* e incrementaron los rendimientos aunque ambos afectaron ligeramente la emergencia, pero luego se normalizó el cultivo; carbofuran a 5,04 kg i.a./ha controló al nemátodo pero fue fitotóxico; ethropop fue fitotóxico y fensulphotion no controló aun a la mayor dosis de 8,90 kg i.a./ha. Una simple y múltiple aplicación de oxamyl a 1,12-8,96 kg/ha, asperjado a la superficie o en el surco de riego retardó la progresión temprana de la enfermedad, pero fallaron en mantener el control de nemátodo por un periodo alargado (Roberts y Greathead, 1986).

En Inglaterra se halló que aldicarb a 1,4-4,5 kg de i.a./ha u oxamil a 1,3-5,2 kg de i.a. /ha aplicados en surcos durante la siembra previene el daño, también disminuye la producción de bulbos en almacén. Aldicarb 2,5 kg i.a./ha o menos puede ser aplicado a cebolla sin residuos inaceptables (0,15 ug/g) en los bulbos cosechados (Whitehead, 1978). En Rusia se señala que el control de *D. dipsaci* en ajo por el remojo de los dientes semilla en una solución de 0,2 % de etrophos 50%, combinado, si es necesario con fumigación al suelo de DD a razón de 200 L/ha; uso de nemastáticos fumigantes del suelo como carbathion 1,5 a 2 L/ha y thiazon 1 a 1,5 L/ha (Khan y Omiyi, 1985).

La selección en el momento de cosecha de cebolla y ajo sano para ser utilizados como semillas, secarlos y almacenarlos en lugares limpios y secos, pueden ser fumigados con Bromuro de Metileno por 4 horas a una temperatura de 16 a 20 °C a una dosis de 50 a 60 g/cm<sup>3</sup>. Los bulbos también pueden ser remojados en agua durante 3 días y después sumergidos en una solución de formalina al 1% por 1 ó 2 minutos, el remojo en agua puede

ser reemplazado por remojo en una solución de 0,05 % de permanganato de potasio por un día o en un 0,5 % de formalina de 6 a 24 horas, (Canto, 1999).

Un experimento en microparcels con ‘diente-semilla’ sano e infestado sembrado en suelo sano e infestado, además de la inmersión de diente-semilla infestado en una solución de oxamyl, carbofuran, fenamifos, nemastático biológico Hunter, macerado de ajo, agua caliente a 48 °C por 20 minutos y agua a temperatura ambiente, los mejores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos de diente-semilla y suelo sanos, además de macerado de ajo con 9,6 y 9,2 t/ha respectivamente y 12,2 % de bulbos infestados, sin diferencia estadística en el rendimiento comercial con los tratamientos de inmersión al diente-semilla excepto al de agua a temperatura de ambiente (Quispe,1993).

### **2.3.3. BIOLÓGICO**

#### **2.3.3.1. HUNTER**

Es un extracto de *Opuntia*, *Rhus*, *Rhizosporia*, *Quercus* y otras plantas, en un medio de extracto mineral, ácidos grasos y agua activada. Es un líquido con 130 mg/L de materia orgánica y 0,6 % de sólidos totales. Compuesta de ácidos nucleicos, citoquinina, glucósidos, porfirinas, vitamina A, sustancia morfogénicas y ácidos grasos que actúan como biocontroladores que suprimen el desarrollo de huevos de nemátodos y desarrollo de juveniles, (Ravines, 2000). La actividad biocida de Hunter en el área radicular está basada en la hidrólisis de sustancias fenólicas y glucósidas que matan al nemátodo parásito e inhiben el desarrollo de hongos patogénicos. Hunter emplea una acción repelente contra los nemátodos a través de la formación de sustancia fenólicas indeseable al nemátodo parásito. Además, los ácidos nucleicos derivados activan las cianobacterias por la liberación de etileno e hidrógeno sulfido, los cuales son también tóxicos a los nemátodos. También, proporciona una fuente de energía para la multiplicación de hongos nematófagos y predadores de nemátodos como ácaros y nemátodos. Los compuestos orgánicos de Hunter disminuyen el contenido de aminoácidos libres en las plantas tratadas, esta condición reduce la población de nemátodos. Asimismo, estos compuestos incrementan la fotosíntesis y absorción de minerales, todo esto da lugar a que la salud de la planta mejore, con un incremento a la resistencia a nemátodos y otros patógenos. Estos multicompuestos benefician en el control de invasores secundarios como *Pythium* y *Phytophthora* presentes en los campos de cultivo y proveen un mejor control en campos donde están presentes patógenos facultativos, (Ravines, 2000).



### 2.3.3.2. BIO – BAC

Es un nemastático que contiene *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *B. thuringiensis*, *Azotobacteriaceae macrococcus*, especies de *Pseudomonas*, *Rhizobium japonicum*, *R. leguminosarum*, extracto de *Aspergillus orizae*, cultivos de *Lactobacillus* con nutrientes, *D. brochopaga*, y *A. oligospora*. También contiene *A. botriospora* un hongo imperfecto que captura nematodos; y nutrientes que apoyan el crecimiento y desarrollo de la planta, incluido sulfato de cobre y sulfato de zinc. Ayuda en la promoción y desarrollo de antagonistas, incrementando la actividad de microorganismos del suelo. Adiciona elementos menores esenciales. Biobac presenta mecanismos biológicos naturales empleados para el control de nematodos, contiene especies de hongo que son parasitas, debido a esto, destruyen a los nemátodos y son usados como fuente de nutrición. Más preciso, los hongos imperfectos atrapan a nemátodos que habitan en los suelos, enrollando con hifas adhesivas y capturando a los nemátodos. Una vez capturado, los hongos invaden el nemátodo disolviéndolo y consumiéndolo. La captura de los nemátodos se hace con el uso de un compuesto llamado 'lectinas'. Estos compuestos tienen una atracción a la superficie de los nemátodos, los hongos a continuación utilizan sus anillos y lo enrollan, (Ravines, 2000).

### 2.3.3.3. *Paecilomyces lilacinus* (BIOSTAT)

Rey (2002), reporta que entre los años 2000 y 2001 se han realizado aplicaciones de un nemastático a base de *Paecilomyces lilacinus* ( $1 \times 10^9$  conidias viables por dosis) en diferentes cultivos con resultados altamente satisfactorios. Algunos de los trabajos realizados fueron en cítricos, se aplicó biostat para el control de *Tylenchulus semipenetrans* obteniéndose una reducción en un 50% la población de nemátodos (juveniles y huevos) y logró una disminución en 12% (población de hembras adultas). En ajo, se aplicó biostat para control de (*Ditylenchulus dipsaci*) se observó un incremento de 31,5% de rendimiento comercial comparado con el testigo sin aplicación, además esta dosis mantuvo la población de *Ditylenchulus dipsaci* por debajo del nivel de daño económico. Las conidias de *Paecilomyces lilacinus* contenidas en biostat parasitan los huevos y las hembras de *Meloidogyne*, causando deformación y destrucción de los ovarios de las hembras y reducción de la eclosión de huevos, igualmente bajo las condiciones de pH ligeramente ácido produce toxinas que afectan el sistema nervioso de los nemátodos. Ambos efectos pueden producirse simultáneamente y reducir sensiblemente los niveles poblacionales de los nemátodos.

### 2.3.3.4. ALGAS MARINAS (*Ascophyllum nodosum*)

Son plantas talófitas que viven y reciben sus nutrientes del agua, poseen propiedades fertilizantes y bio estimulantes del crecimiento de las plantas. *A. nodosum* es un verdadero almacén de nutrientes y bioestimulantes del crecimiento, conteniendo: por lo menos 30 minerales; tres carbohidratos importantes (ácido algínico, manitol y laminarina), el manitol es un agente de quelación y el ácido algínico también tiene actividad quelatante, otros azúcares y por lo menos 18 aminoácidos. Cerca de una docena de vitaminas. Fitohormonas: citoquinina, auxinas y giberelinas en su estado natural, (Drokasa Perú, 1998).

**Cuadro 4. Composición química de Algas Marinas (*Ascophyllum nodosum*) (tomado de Drokasa Perú 1998).**

Minerales	Contenido	Carbohidratos	Vitaminas
Nitrógeno (N)	6 %	Glucosa	A, B12, C
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3 %	Manosa	Carotenos
Potasio (K <sub>2</sub> O)	5 %	Fructuosa	Rivoflavina
Magnesio (Mg)	0,3 %	Xilosa	Biotina, Niacina
Fe, Cu, Mo, Zn	trazas	Galactosa	Tiamina
		Manitol	Ac.fólico
		Laminarina	Ac.folínico
		Ac. Alginico	Tocoferoles
Aminoácidos	g/ 100 g	Aminoácidos	g/ 100 g
Alanina	1,20	Hidroxiprolina	0,54
Glicina	0,80	Metionina	0,10
Valina	0,80	Ac.aspartico	1,20
Treonina	0,55	Fenilalanina	0,36
Serina	0,58	Ac.glutámico	1,60
Leucina	0,73	Lisina	0,90
Isoleucina	0,50	Tirosina	1,18
Prolina	0,50	Arginina	1,60
Cisteína	0,18	Histidina	0,20
<b>Fitohormonas naturales</b>			
Citoquininas, Auxinas, Giberelinas			

La composición química de las algas depende esencialmente de las condiciones de su medio ambiente. La actividad biológica de las algas es a) actúan como promotores de crecimiento, b) actúan como agentes quelatantes, c) suministran minerales y vitaminas; d) proporcionan resistencia a enfermedades y estrés, e) estimulan el crecimiento de las plantas, f) activan la formación de Fitohormonas naturales (Drokasa Perú, 1998).

### **2.3.3.5. MAXICROP 24 CS**

Es un extracto de algas marinas extraídas de *Ascophillum nodosum*, constituido por macro y micronutrientes naturales y de un conjunto de aminoácidos, agentes quelatantes y complejantes como ácido manitol, algínico y fitohormonas. Maxicrop es una fuente natural propio de la naturaleza que actúa como un bioestimulante con muchos beneficios para los cultivos (Point del Perú, 1999).

### **2.3.3.6. BI – O – MAR – 15**

Una formulación líquida conteniendo 15 % de ac. húmicos solubles extraídos de la leonardita, en combinación con 3 % de extracto soluble de algas marinas *Ascophillum nodosum* (Point del Perú, 1999).

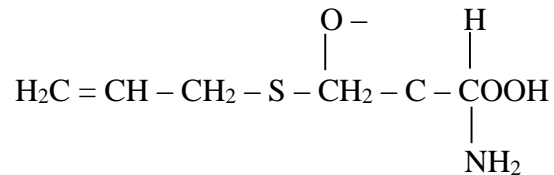
### **2.3.3.7. BI – O – 80**

Es un concentrado de ácidos húmicos purificados y micronizados al 80 %, compuesto por ácido húmico, fúlvico y úlmico. De formulación seca, pulverizada, elaborada con las sustancias húmicas más puras provenientes de varias fuentes del continente americano. Una de ellas es la leonardita que se encuentra en una capa ubicada por encima del carbón producido por árboles y otro tipo de vegetación durante el periodo carbonífero cuando el área era el cinturón tropical de Norteamérica. El Bi-O-80 ejerce una actividad biocatalizadora que desencadena una serie de funciones importantes en el suelo por lo que es considerado un corrector húmico por excelencia, como también produce la bioactivación de varios procesos metabólicos en las plantas. Por no ser soluble, es de degradación lenta por lo que su efectividad comenzará a producirse luego de la sexta semana y perdura su actividad durante todo un año, entre los efectos se tiene: a) mejora la estructura del suelo y multiplica la capacidad de intercambio catiónico, b) estimula y multiplica la actividad microbiana del suelo, c) mejora la capacidad de manejar la humedad del suelo, d) aumenta la masa radicular de la planta, e) aceleran el reciclaje de los residuos orgánicos, f) aumenta la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, calcio y hierro en el suelo, g) bloquea elementos que presentes en exceso producen toxicidad, como aluminio y hierro entre otros, (Point del Perú, 1999).

### **2.3.3.8. ALICINA**

La alicina nombre que se da a el 2-propentiosulfonato de Alilo, figura 8, posee propiedades: anti-biótico, amebicida, antibacterial, antifungico, vermícida, larvícida, insectícida, diurético, etc.; y para el desarrollo de productos a base de ajo como drogas y/o suplementos

nutricionales de uso médico. Asimismo, la alicina es la sustancia responsable del olor del ajo, un bulbo no huele o huele muy poco hasta que no se corta o machaca (Block, 1985). La alicina se origina en el ajo cuando una enzima inicia su formación a partir de una molécula precursora inodora, identificada como (+)-S-ali1-L-cisteini1 sulfoxido (aliina). Al cortar o machacar un ajo se posibilita el contacto entre la enzima llamada alinasa y el precursor de la alicina (Stoll y Seebeck, 1947 citado por Tamo, 1993).



**Figura 8. Estructura química de alicina (tomado de Tamo, 1993).**

La alicina tiene las siguientes propiedades farmacológicas a) Actividad hipoglicemia; b) baja de colesterol en la sangre; c) Propiedades hipotensivas; d) Propiedades antibacterial y antifúngicas, que en extractos hidroalcohólico se reporta más potente que en aceite esencial; e) Actividades larvicidas, insecticidas y nemastáticos; f) Actividad amebicial y expectorante; g) Propiedades diuréticas y diaporéticas. El contenido de alicina en el cv. “Morado Arequipeño” es mayor que el encontrado en el cultivar “Napuri” (Tamo, 1993).

### **2.3.3.9. ANTECEDENTES DE CONTROL BIOLÓGICO**

En el cultivar ‘Morado arequipeño’ se empleo Hunter 0,2 %, Biobac 0,25% y Hunter 0,2 % más Biobac 0,25 %; en dos momentos de aplicación cada uno inmersión al diente semilla y aplicaciones foliares cada 30 días, los resultados obtenidos indican que el mayor rendimiento de 9,1 t/ha fue para el testigo ‘diente semilla sana’ y suelo libre de *D. dipsaci*, de las aplicaciones con nemastáticos biológicos sobresalió inmersión de diente semilla con Hunter 0,2% + Biobac 0,25% con un rendimiento de 8,6 t/ha e incidencia de 15% (Toledo, 1996).

El macerado de ajo preparado con 25 kg de ajo molido, que incluso puede ser el enfermo, disuelto en 100 litros de agua, donde se sumergen ‘semillas’ de ajo durante 18 horas, se logro un rendimiento de 9,1 t/ha y 26,6% de bulbos infestados en ajos rosados. Después de la siembra resulta inútil efectuar aplicaciones sobre todo al follaje, pues es muy difícil controlar totalmente a *D. dipsaci* en los tejidos (Bruna, *et al.*, 1986). Con el control biológico se refiere al uso de productos biológicos como el macerado de ajo o cultivares resistente. A pesar que no existe cultivares resistentes de ajo y cebolla a *D. dipsaci*, como los hay en los cultivos

de alfalfa y trébol, se han encontrado líneas y clones resistentes de ajo y cebolla en Rusia, Brasil y en Nigeria. Aparentemente cebollas de bulbo rojo son menos susceptibles que las de bulbo amarillo y estas a su vez menos susceptibles que las de bulbo blanco. El grado de resistencia y susceptibilidad a *D. dipsaci* se mide en base a las hinchazones y a la fecundidad del nemátodo. En el caso de la alfalfa la resistencia a *D. dipsaci* se debe a dos genes tetrasómicos complementarios dominantes (Vega, 1979; Canto 1999).

Se ha buscado antagonistas biológicos que puedan disminuir las poblaciones a niveles bajo el umbral de daño económico, entre ellos *Paecilomyces lilacinus* en ajo; *Hirsutella rhossiliensis* y *Verticillium balanoides* en trébol blanco (Hay y Bateson, 2003). Jatala (1985), menciona que *P. lilacinus*, es un hongo que ofrece grandes ventajas como agente de control biológico, contra *Meloidogyne spp.*, debido a su gran adaptabilidad a diferentes tipos de suelo y que cuenta con un alto potencial parasítico. Paecisav (1997), reporta que durante varios años se ha investigado que *P. lilacinus* parasita huevos y hembras de nemátodos, causando deformaciones, destrucción de ovarios y limitando la eclosión de huevos; a la vez se ha comprobado que en condiciones de pH ligeramente ácido, produce toxinas que afectan el sistema nervioso de los nemátodos (Oka *et al.*, 2001). En un estudio realizado con dos tipos de estiércol (ave y vacuno) en el establecimiento de *P. lilacinus* para el control de *M. incognita* en papa cv. 'Desiree'. Se empleo como sustrato una mezcla de arena y concentraciones de guano con y sin esterilizar. Se inocularon 5 000 huevos de *M. incognita* y  $6 \times 10^7$  esporas de *P. lilacinus* inoculados a la siembra y la primera semana después junto con la inoculación del nemátodo. La incorporación de materia orgánica y la aplicación de *P. lilacinus* disminuyeron considerablemente el número de nódulos, huevos y hembras en la raíz y juveniles (J2) en el suelo. El efecto controlador fue mayor a medida que se incrementa el nivel de materia orgánica en el sustrato (Llontop *et al.*, 1992).

En La Libertad, se realizó un experimento para evaluar *P. lilacinus* en el control de la marchitez del esparrago, variedad UC -72 mediante el control de *M. incognita* en interacción con *Fusarium oxysporum*; *P. lilacinus* cultivado en arroz fue aplicado (100 kg/ha), con y sin estiércol. Estos tratamientos, se compararon con estiércol solo, un nemastático y un testigo sin control. A los 10 meses de la aplicación de los tratamientos, el porcentaje de plantas marchitadas fue el más bajo para el hongo + estiércol (4%) y los más altos para nemastático (11%) y testigo (15 %). La aplicación de *P. lilacinus* dio un incremento en el rendimiento de 52,6% sobre el testigo y de 16,1 sobre el nemastático (Llontop *et al.*, 1992).

En La Molina, se probó cuatro nemastáticos y *P. lilacinus* en el control de *Meloidogyne sp.* en olivo. Se empleo aldicarb 200 g/árbol, carbofuran 300 g/árbol, fenamifos 300 g/árbol, oxamyl 300 g/árbol y el tratamiento de *P. lilacinus* fue con un kilo de arroz con una concentración de  $3 \times 10^7$  esporas del hongo/g de arroz y el testigo sin aplicación. La primera aplicación de nemastáticos y el hongo se realizó al inicio del experimento y la segunda dos meses después. Los resultados mostraron que los nemastáticos redujeron la población al inicio, luego de perder el efecto residual el nemátodo se incrementó incluso a niveles superiores de la población inicial. El tratamiento de *P. lilacinus* dio un control uniforme del nemátodo del nódulo de raíz, en los parámetros evaluados entre el 30 y 90 % de huevos fueron infectados y el nivel de población se redujo o mantuvo (Llontop *et al.*, 1992).

En Panamá se realizó una evaluación sobre el comportamiento de *P. lilacinus* como biocontrolador del nemátodo de quiste de la papa; los tratamientos del hongo se compararon con furadan 2,5 kg i.a. /ha y un testigo sin aplicación. Los resultados mostraron una tendencia a mayor rendimiento poco significativo; pero el hongo fue tan agresivo que se diseminó rápidamente, contaminando a los otros tratamientos. El mismo se realizó la evaluación del comportamiento de *P.lilacinus* como contralor biológico de *M.incognita* en tomate industrial var I-12. El tratamiento *P.lilacinus* se comparó con furadan 25 kg i.a. /ha y un testigo. El rendimiento de las parcelas tratadas con el hongo fue estadísticamente superior al del testigo y no mostró diferencias con el nemastático. El nódulo radicular provocado fue significativamente menor en las parcelas tratados con el hongo (Llontop *et al.*, 1992).

En Chile, también se ha trabajado para encontrar alternativas al control de *D. dipsaci*; para ello se ha evaluado extractos de un importante grupos de plantas cosmopolitas y nativas como controladores del nemátodo, dentro de las cuales los resultados más alentadores han sido con *Plantago major* y *Ruta glaveolens* consideradas plantas medicinales, las que han evitado totalmente la infección de *D. dipsaci* en ajo (Insunza y Valenzuela, 1995) y presentado también un importante nivel de control *in vitro* del nemátodo *Xiphinema americanum sensu lato* (Insunza *et al.*, 2001).

#### **2.3.4. CULTURAL**

Existe cierto consenso en señalar que las medidas más importante para evitar el daño de *D. dipsaci* en cultivos son el uso de semilla o material de propagación libre del nemátodo, así como de cultivares resistentes en algún grado, ya que las medidas curativas como el control químico en el cultivo resultan de alto costo, tratamientos de desinfección de semillas no son

eficientes, y la rotación de cultivos no es efectiva ya que posee un amplio rango de hospedantes (Whitehead y Tite, 1987; Plowright *et al.*, 2002). Las medidas preventivas son el método más adecuado para evitar las infestaciones y diseminación de este patógeno. Es fundamental que las semillas, bulbos, dientes de ajo u otro material vegetal estén libres de nemátodos (Escuer, 1998). Además de la utilización de semilla certificada, el uso de cultivares resistentes es considerada la forma más eficiente de control (López, 1989).

Entre los métodos culturales recomendados para disminuir la incidencia de este parásito, se cuentan la rotación de cultivos, reemplazando un cultivo susceptible por uno o varios resistentes, o tolerantes cada dos o tres años (Taylor, 1971). Griffin (1975), indica que el uso de variedades resistentes o tolerantes, es una de las medidas más económicas para combatir este nemátodo. 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 hospedantes del nemátodo que pueden actuar como reservorios de este y, por lo tanto, ser fuente de futuras infestaciones. También la exposición a la luz solar puede ejercer un control al exponer una capa de suelo a la acción de los rayos solares, destruyendo los huevos y estados juveniles del fitoparásito (Agrios, 2005).

Dentro de las medidas a tomar para un control de *D. dipsaci*, se debe analizar el material de reproducción (bulbo semilla) para así evitar nuevos terrenos infestados, incluso si el material reproductivo está infestado éste debe ser tratado con 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 especies hospedantes conocidas de *D. dipsaci*. Quemar los rastrojos de las plantas infectadas si existieran, de la temporada anterior. Efectuar un adecuado control de malezas hospedantes, realizar barbecho, solarización del suelo y volteo previo al establecimiento del cultivo (Magunacelaya y Dagnino, 1999).

Se recomienda para el control de *D. dipsaci* en ajo, partir con una semilla sana, por lo cual es importante determinar su presencia en el material de siembra y en suelo donde se va instalar. Además, no debe sembrarse ajo después de cebolla, ajo, avena, centeno, zanahoria, espinaca, remolacha azucarera, habas y alfalfa sin un análisis previo. Cuando se determine la presencia de *D. dipsaci* en el campo, se recomienda una rotación de 4 a 5 años con cultivos que no sean susceptibles a *D. dipsaci* como trigo, maíz y otros o por lo menos 2 a 3 años con

cultivos resistentes (Bruna *et al.*, 1986; Agrios, 2005). Para evitar el daño, Wendt *et al.*, (1993), afirman que el principal y primer método de control de *D. dipsaci*, es la rotación de cultivos, pero que la gran presencia de razas morfológicamente indistinguibles, con diferentes preferencias de hospedantes hace que esta sea difícil de llevar cabo. Del Toro (1989), como medida de control indica las siguientes consideraciones: a) realizar un análisis nematológico al ‘diente semilla’, b) utilizar ‘diente semilla’ libre de nematodos, c) no llevar ni traer ‘semilla’ de zonas dudosas, d) rotación de cultivos como: tomate, papa, berenjena, lechuga, pero nunca con aliáceas ni liliáceas, e) realizar análisis nematológico del suelo.

Del Toro (1989) reporta a las siguientes especies cultivadas con alto grado de reproducción y daño: ajo (*Allium sativum* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.), cebolla (*Allium cepa* L.), haba (*Vicia faba* L.), pimiento (*Capsicum annum* L.) y *Vicia sativa*, asimismo a la maleza *Flaveria bidentis* L. Así mismo, las malezas *Convolvulus arvensis*, *Echinochloa crusgalli*, *Holcus lanatus*, *Capsella bursa pastoris*, *Ambrosia elatro*, *Melilothus indicus*, *Polygonum aviculari*, *Portulaca oleracea*, *Rapistrum rugosum* entre otros, son considerados como hospedantes (Bruna, 1986). En Colombia se estudio el comportamiento de 20 especies de plantas cultivadas inoculadas con 100, 500 y 2 500 nemátodos. Se encontró que *Allium cepa*, *Allium sativum* y *Allium fistulosum* fueron susceptibles; mientras que *Vicia faba*, fue moderadamente resistente; *Phaseolus vulgaris* y *Pisum sativum* fueron resistentes y *Avena sativa*, *Brassica oleracea var. capitata*, *Pennisetum clandestinum*, *Lolium multiflorum*, *Allium porrum*, *Trifolium festulosum*, *Medicago sativa*, *Daucus carota*, *Beta vulgaris* y *Lactuca sativa* fueron inmunes (Perdomo, *et al.*, 1984).

En un ensayo para determinar la multiplicación de *D. dipsaci* en plantas con diferente grado de resistencia, se encontró que la población de nemátodos aumento 14 veces en ajo y cebolla, mientras que se mantuvo la población inicial en haba y arveja. Parcelas con barbecho y luego trigo, cebada y tagetes disminuyó la población solo en 94 % (Nieto, 1986).

#### **2.3.4.1. APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS**

Las enmiendas orgánicas constituyen una alternativa al uso de productos químicos para la desinfestación de suelos y sustratos agrícolas. Se denomina enmienda orgánica a todo aquel material residual de constitución fundamentalmente orgánica, más o menos elaborado con posterioridad a su generación como subproducto de alguna actividad humana que se aporta al suelo en gran cantidad. Este tipo de materiales se ha empleado tradicionalmente en la agricultura con el propósito de mejorar las características físicas y químicas del suelo e



incrementar su fertilidad. Sin embargo, una serie de evidencias empíricas recogidas a menudo de manera accidental permitió conocer las potencialidades que presentaba su uso para la protección de cultivos. Cabe mencionar, en este sentido, la experiencia de muchos sistemas agrícolas tradicionales acerca de la capacidad supresiva que proporcionan muchos abonos orgánicos sobre enfermedades provocadas por hongos de suelo (Thurston, 1990). En la actualidad se cuenta con aplicaciones de la técnica puestas a punto para la desinfestación de hongos de suelo (Hoitink y Fahy, 1986; Lazarovits *et al.*, 1997), nemátodos (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1987) y malas hierbas (Roe *et al.*, 1993), así como para el control de enfermedades en órganos aéreos mediante ‘caldos’ o ‘extractos acuosos’ obtenidos a partir de estas enmiendas (Weltzien, 1992).

El control de nemátodos mediante enmiendas orgánicas ha sido estudiado recurriendo a una gama muy diversa de productos que incluyen tortas de aceite (Goswami y Swarup, 1971; Goswami y Meshram, 1991), residuos agroindustriales (Sosa Moss y Weihs, 1973; Ferraz y Silva, 1978; Muller y Gooch, 1982), restos de cosecha y abonos verdes (Reddy *et al.*, 1986) y estiércoles o materiales residuales de origen animal (Kaplan y Noe, 1993; González y Canto-Saénz, 1993; D’Addabbo, 1995). Los mecanismos a los cuales se atribuye la acción de control son muy diversos y difieren según el material que se considere. Por una parte, cabe considerar la existencia de mecanismos de protección, ya que la incorporación al suelo de enmiendas orgánicas proporciona a la planta condiciones que contrarrestan el riesgo potencial de una infección por nemátodos. Existe, en efecto, consenso en que el mejoramiento de las condiciones físico químicas del suelo y sus consecuencias inmediatas en el estado nutritivo de la planta permiten que ésta tolere mejor el daño potencial que pueden causar los nemátodos (Stirling, 1991).

La protección de las plantas puede deberse en ciertos casos a la inducción de resistencia por parte de sustancias fenólicas liberadas tras la adición de las enmiendas (Sitaramaiah y Singh, 1974; Singh *et al.*, 1983). Sin embargo, la hipótesis más habitual acerca de los mecanismos de control, identifican a la práctica más propiamente como una medida de saneamiento ya que los procesos implicados originan la mortalidad o la inhibición de los nemátodos más que modificaciones en la respuesta por parte de la planta. Así, existen por una parte evidencias sobre la responsabilidad de sustancias con efecto nematóxico o nematostático en el fenómeno. Estas sustancias pueden estar preformadas en las enmiendas, que es lo que ocurre en los fenómenos de supresión atribuibles a productos del metabolismo secundario de las plantas con efecto aleloquímico (Halbrendt, 1996). En otros casos, ciertas sustancias que se

liberan con posterioridad a la adición de la enmienda como metabolitos derivados de su descomposición microbiana resultan tóxicas para los nemátodos, tal el caso del amonio, sulfuro de hidrógeno, ácidos orgánicos y una amplia gama de compuestos orgánicos volátiles (Badra *et al.*, 1979; Sayre *et al.*, 1965; Elmiligy y Norton, 1973; Sitaramaiah y Singh, 1977).

El efecto de las enmiendas parece responder fundamentalmente a la promoción de agentes de control biológico como hongos depredadores (Quinn, 1987), hongos parásitos (Jaffee *et al.*, 1994; Van der Boogert *et al.*, 1994). Mención especial merece el mecanismo por el cual la adición de ciertas enmiendas promueve la actividad de enzimas que afectan a la viabilidad de los nemátodos. Esto ocurre con la quitina (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1989), que es el constituyente principal de la cubierta de los huevos. La liberación de  $\text{NH}_4^+$  a partir de la descomposición microbiana de las enmiendas constituye uno de los mecanismos de acción más estudiados entre todos los que contribuyen a explicar el efecto supresivo de los abonos orgánicos (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1987; Stirling, 1991). Rodríguez-Kábana *et al.*, (1987) afirman que el efecto nemastático de las enmiendas tiene lugar cuando la relación C/N de las mismas es inferior a 20.

En muchas ocasiones, el efecto nemastático de las enmiendas orgánicas responde no a la liberación de sustancias nitrogenadas inorgánicas de bajo peso molecular, sino al desprendimiento de compuestos orgánicos complejos derivados del metabolismo secundario de las plantas superiores. Este fenómeno explica la supresividad que provocan los restos vegetales de ciertas plantas acreditadamente nemastáticos (Halbrendt, 1996). Mian y Rodríguez-Kábana (1982) demostraron que la elección de restos industriales con altos contenidos de taninos y sustancias fenólicas es un criterio apropiado para la formulación de métodos eficientes de supresión de nemátodos mediante enmiendas orgánicas.

La supresividad atribuible a la presencia de sustancias fenólicas o tánicas responde simplemente a un efecto directo sobre los nemátodos o si también concurren en ella mecanismos indirectos mediados por la respuesta del hospedante, i.e., la generación de resistencia adquirida. Se ha demostrado que las plantas que crecen en sustratos con altas concentraciones de sustancias fenólicas, invariablemente incrementan el contenido de sustancias análogas en los tejidos radicales (Alam *et al.*, 1977; Sitaramaiah y Singh, 1978) y ésto determina que, en muchas ocasiones, estas plantas registren tasas reducidas de infección por nemátodos aun después de haber sido transferidas a un sustrato sin enmiendas (Sitaramaiah y Singh, 1974; Singh *et al.*, 1983).

La fitotoxicidad de las enmiendas orgánicas se menciona a menudo como una de las limitantes más importantes a su utilización en el control de enfermedades (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1987; Lazarovits *et al.*, 2000). En particular, la aparición de este tipo de fenómenos ha sido descrita en materiales caracterizados por altas concentraciones de tanino (Mian y Rodríguez-Kábana, 1982). Sin embargo, tradicionalmente se asume que la fase de estabilización previene la fitotoxicidad en los materiales sometidos a proceso de compostaje aeróbico (Haugh, 1993; Paredes *et al.*, 2000).

En otros ensayos para determinar el efecto de la gallinaza y el estiércol sobre *D. dipsaci* y *Sclerotium cepivorum* se encontró que con 3 % de materia orgánica se retraso entre 30 y 45 días la aparición de síntomas de la enfermedad; dosis de 9 y 27 % inhibieron 100 % el daño por *D. dipsaci* con niveles de 200 nemátodos por 100 g de suelo (Nieto, 1986). La materia orgánica a utilizar debe estar bien descompuesta para evitar transportar al nemátodo en restos de plantas enfermas (Canto, 1999).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO:

El trabajo de investigación fué realizado en dos fases, una de campo y otra de laboratorio, en ellas se probaron diferentes componentes de manejo integrado para el control del nemátodo fitoparásito *Ditylenchus dipsaci* que afecta el cultivo de ajo cv. 'Napurí', para las condiciones de la Irrigación Majes, Arequipa.

**a. Fase de campo:** Irrigación Majes, Sección C-2, parcela 103, con la siguiente ubicación política y geográfica:

Ubicación Política	Ubicación Geográfica
Distrito: Lluta	Latitud: 16° 21' (S)
Provincia: Caylloma	Longitud: 72° 10' (O)
Departamento: Arequipa	Altitud: 1300 msnm

**b. Fase de laboratorio:** Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

#### 3.2. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Los suelos de la Irrigación Majes se formaron por deposiciones fluviales y de origen volcánico reciente, y están sobre aglomerados de guijarros conformando una planicie costera con moderada pendiente (1,0 a 2,0 %). En el cuadro 5 se reportan las características del suelo para el presente trabajo. El resultado de análisis físico-químico de suelo, reporta una clase textural Arena - Franca, lo que indicá que es un suelo de buena permeabilidad y drenaje, pero baja retentividad de humedad. El pH es neutro, la conductividad eléctrica es de salinidad baja. El contenido de materia orgánica es bajo al igual que el nitrógeno; contenido medio de fósforo y alto contenido de potasio, condiciones adecuadas para el cultivo de ajo y establecimiento de *D. dipsaci*.

**Cuadro 5. Análisis de suelo para componentes de manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**

Parámetro	Unidad	Valor	Método
Arena	%	83,8	Hidrómetro
Limo	%	9,1	Hidrómetro
Arcilla	%	7,1	Hidrómetro
Clase textural	-	Arena – franca	Triangulo textural
pH	-	7,2	Potenciómetro
CE	mmhos/cm	1,7	Conductímetro
Ca CO <sub>3</sub>	%	0,00	Gas volumétrico
MO	%	0,6	Walkley y Black
P	ppm	10,6	Olsen modificado
K <sub>2</sub> O	ppm	322	Espectrofotometría

**Fuente:** Laboratorio Regional de Suelo y Agua. UNSA.

### 3.3. MATERIALES.

#### Material Biológico.

- Dientes semilla de Ajo cv. ‘Morado Arequipeño’, ‘Napurí’ y ‘Barranquino’
- Semilla de Cebolla cv. ‘Americana’
- Semilla de Maíz cv. ‘Opaco mal paso’
- Semilla de Avena cv. ‘Vilcanota’
- Tubérculo - Semilla de Papa cv. ‘Perricholi’
- Esquejes de Camote clon amarillo
- Semilla de Tomate cv. ‘Rio grande’
- Semilla de Lechuga cv. ‘Great lake 756’
- Semilla de Kiwicha cv. ‘Oscar Blanco’
- Semilla de Arveja cv. ‘Alderman’

#### Abonos y Fertilizantes

- Estiércol vacuno, gallinaza y ‘humus de lombriz’
- Fertilizantes: Urea, nitrato de amonio, sulfato de potasio, superfosfato de calcio triple
- Abonos foliares

**Pesticidas**

- abamectina 1,8 EC
- aldicarb 15 G
- benomyl 50 PM
- Bi-O-80
- Biobac
- Bio-Mar-15
- Biostat
- cadusafos 10 G
- carbofuran 48 F
- carbofuran 5 G
- dazomet 98% G
- ethoprofos 15 G
- fenamifos 10 G
- Hunter
- Maxicrop 24 L
- oxamyl 24 L

**Material de Laboratorio**

- Vasos de vidrio
- Pipetas
- Picetas
- Placas petri de plástico
- Tamiz 400 mesh (38,8  $\mu$ )
- Balanza de reloj y analítica
- Estero microscopio
- Claves de nemátodo
- Contómetro mecánico
- Bisturí
- Papel higiénico
- Bolsas de plástico
- Libreta de notas

## **Material de campo**

- Herramientas de campo
- Tractor
- Equipo de riego por aspersión
- Estacas y cordel

## **Otros materiales**

- Material de escritorio
- Cámara fotográfica
- Computadora

## **3.4. MÉTODO**

### **3.4.1. CONDUCCIÓN DEL CULTIVO.**

El manejo de cultivos se realizó de acuerdo al sistema de producción con riego por aspersión y manteniendo las características agronómicas constante para que la respuesta se deba solo a la aplicación de los tratamientos.

### **3.4.2. FASE DE LABORATORIO**

Se trabajó en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria La Molina Lima realizando la extracción e identificación de nemátodos de acuerdo a las claves establecidas.

#### **3.4.2.1. EXTRACCIÓN DE NEMÁTODOS MEDIANTE EL MÉTODO DE LA 'BANDEJITA' (MÉTODO MODIFICADO DEL EMBUDO DE BAERMAN, CANTO 1985).**

Para la extracción de poblaciones de *Ditylenchus dipsaci* del tejido y suelo se procedió a través del método de la bandejita (modificación del embudo de Baerman), (Canto 1985). Se empleó un tamiz con soporte de plástico de 3,5 cm de altura y 10 cm de diámetro, el cual se cubrió internamente con papel higiénico, luego se colocó la muestra de suelo y tejido según el caso, posteriormente se agregó agua por un costado del tamiz de soporte hasta cubrir totalmente la superficie y se dejó reposar por un tiempo de 48 horas. Transcurrido el tiempo de reposo se extrajeron los nemátodos vertiendo el líquido por un tamiz de 400 mesh y se colectaron en una placa petri de plástico, luego de 10 minutos de reposo se procedió a la identificación y conteo empleándose un estereoscopio y microscopio.

### 3.4.2.2. IDENTIFICACIÓN DE *Ditylenchus dipsaci*

Una de las etapas principales del experimento fue la identificación correcta en base a la morfología observada 'in vivo' y en montaje de individuos del género *Ditylenchus*, además de otros géneros. Se utilizó un microscopio compuesto con aumento de 10x; 40x y 100x; empleándose las claves de identificación de nemátodos parásitos de plantas de los Departamentos de Nematología de la Universidad de Waglingen - Holanda y la Molina - Perú (1986), así mismo la clasificación del Phylum Nemátoda de Canto (1986).

### 3.5. COMPONENTES DEL MANEJO INTEGRADO PARA *Ditylenchus dipsaci*.

#### 3.5.1. CONTROL QUÍMICO

Las pruebas de nemastáticos se efectuaron directamente a la semilla, follaje y suelo; empleándose dosis recomendadas por las casas comerciales.

##### A. Inmersión rápida

Para este experimento se empleo 'dientes semilla' infectados, que fueron sometidos a inmersión en productos químicos por un tiempo de 5 minutos, cuadro 6, el diseño empleado fue el Diseño Completamente al Azar con 4 repeticiones, se evaluó la Pi, Pf, Pf/Pi, para todos los tratamientos.

**Cuadro 6. Tratamientos de inmersión rápida a cinco minutos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**

TRATAMIENTOS	
oxamyl 24 L 2 %	5 minutos semilla infectada
carbofuran 48 F 1 %	5 minutos semilla infectada
carbofuran 48 F 1,5 %	5 minutos semilla infectada
Hunter 2 ‰ + Biobac 2 ‰	5 minutos semilla infectada
Hunter 2 ‰	5 minutos semilla infectada
benomyl 50 PM 3 ‰	5 minutos semilla infectada
Bio-Mar-15 40 ‰	5 minutos semilla infectada
abamectina 1,8 EC 2 ‰	5 minutos semilla infectada
Biostat 0,5 ‰	5 minutos semilla infectada
Testigo	5 minutos semilla infectada



### B. Inmersión prolongada

Este experimento empleo ‘diente semilla’ infectado, que fueron sometidos a inmersión por 1, 4 y 24 horas, cuadro 7, el diseño empleado fue el Diseño Completamente al Azar con 4 repeticiones, se evaluó la Pi, Pf, Pf/Pi para todos los tratamientos.

**Cuadro 7. Tratamientos de inmersión prolongada a 1, 4, 24 horas para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**

TRATAMIENTOS			
Oxamyl	24 L	2 %	24 h semilla infectada
Carbofuran	48 F	1 %	4 h semilla infectada
Carbofuran	48 F	1,5 %	1 h semilla infectada
Hunter	2 ‰	+ Biobac 2 ‰	1 h semilla infectada
Hunter	2 ‰		1 h semilla infectada
Benomyl	50 PM	3 ‰	1 h semilla infectada
Bio-Mar-15		40 ‰	1 h semilla infectada
Abamectina	1,8 EC	2 ‰	24 h semilla infectada
Biostat		0,5 ‰	1 h semilla infectada
Testigo			1 h semilla infectada
Testigo			4 h semilla infectada
Testigo			24 h semilla infectada

### C. Tratamientos químicos al suelo más aplicaciones foliares, con semilla sana en suelo infestado.

En el cuadro 8 se presentan los tratamientos empleados para el experimento, de la misma manera el terreno fue preparado y acondicionado para el experimento; se realizó en campo infestado con *Ditylenchus dipsaci*, se empleo el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 4 repeticiones. La siembra se realizó en febrero del 2000 y se evaluaron Pi, Pf, Pf/Pi y rendimiento.

El manejo de cultivo fue de la siguiente manera:

- **Preparación del terreno**, se procedió a mullir el terreno con rígidis, dos pasadas de manera cruzada, con una aplicación de rígidis y riel para dejar lo mas nivelado posible.

**Cuadro 8. Tratamientos químicos al suelo más aplicaciones foliares para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**

TRATAMIENTOS		
carbofuran	5 G 50 kg/ha	
carbofuran	5 G 50 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
carbofuran	5 G 50 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
carbofuran	48 F 2 L/ha	
carbofuran	48 F 2 L/ha	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
carbofuran	48 F 2 L/ha	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
aldicarb	15 G 20 kg/ha	
aldicarb	15 G 20 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
aldicarb	15 G 20 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
fenamifos	10 G 25 kg/ha	
fenamifos	10 G 25 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
fenamifos	10 G 25 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
ethoprofos	15 G 35 kg/ha	
ethoprofos	15 G 35 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
ethoprofos	15 G 35 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
dazomet	98 % G 200kg/ha	
Maxicrop	24 L 2.5%	
Maxicrop	24 L 2.5%	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
Maxicrop	24 L 2.5%	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
abamectina	1,8 EC 1L/ha	
abamectina	1,8 EC 1L/ha	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
abamectina	1,8 EC 1L/ha	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
cadusafos	10 G 30 kg/ha	
cadusafos	10 G 30 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
cadusafos	10 G 30 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
Biostat	0,5 ‰	
Biostat	0,5 ‰	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
Biostat	0,5 ‰	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
Bi-O-80	100 kg/ha	
Bi-O-80	100 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ c/30 días
Bi-O-80	100 kg/ha	+ 2 Aplicaciones Oxamyl 5 ‰ c/30 días
Testigo		

- **Demarcación del terreno**, el terreno se demarcó parcelas de 3 x 1,8 m en el cual se ubicó 3 surcos de 60 cm cada uno, donde se colocó el material biológico con un distanciamiento entre líneas de 15 cm y entre plantas de 10 cm.
- **Fertilización**, se procedió a aplicar una formulación de 150 – 100 – 100, donde la fuente de nitrógeno empleado fue Urea, de fósforo superfosfato de calcio triple y de potasio: sulfato de potasio, todo el fósforo y la mitad del potasio se aplicó en la siembra y el

nitrógeno se fracciono en tres oportunidades a la siembra, a los 45 días después de la siembra y 65 días después de la siembra.

- **Riego**, el riego fue por aspersión, con una descarga de 9,6 mm/hora y la frecuencia de riego fue de cada 3 días durante todo el periodo vegetativo.
- **Labores culturales**, se realizó escardas y eliminación de malezas para evitar que perjudique el desarrollo del cultivo, así mismo se aplicó, herbicidas como Prowl dosis de 0,5 L/ha en preemergente y Goal a los 40 días en post emergente en una dosis de 1,5 L/ha.

**Croquis 1. Distribución de tratamientos para tratamientos químicos al suelo más aplicaciones foliares para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. I. Majes, 1999 –2001.**

I	1	13	19	24	3	23	7	11	32	6	21	27	10	20	28	16
	25	2	14	4	12	26	8	22	5	18	31	9	30	15	17	29
II	12	18	11	17	2	31	26	32	30	6	24	1	21	25	7	13
	3	28	19	27	10	16	5	20	9	29	8	22	15	4	14	23
III	8	14	2	25	20	11	28	18	22	6	27	15	30	10	3	17
	24	5	31	13	23	19	4	26	7	29	21	12	1	16	32	9
IV	1	28	18	9	24	17	30	5	22	14	25	8	19	12	32	2
	3	31	11	29	7	23	13	26	16	6	20	10	21	15	27	4

28,8 m

### 3.5.2. CONTROL FÍSICO

El 'diente – semilla' empleado presentó de 60 – 70 % de índice visual de superación de dormancia (IVD), el cual fue sometido a: Un PRE CALENTAMIENTO (agua a temperatura de 38 a 42°C) durante 15 a 20 minutos. Un segundo CALENTAMIENTO o MUERTE (agua a temperatura de 48 a 50°C más 4 a 8 cojines de lejía) durante 15 minutos. Y un ENFRIAMIENTO (agua fría más producto complementario) durante 5 minutos. Finalmente se sacó y se dejó escurrir para luego llevarlo a orear en mantas. Se empleó 'dientes semilla' según escala de grado de daño propuesto por Casa (1998), desde el grado 1 a grado 5 que considera a bulbos comerciales y bulbos utilizables no comerciales clasificados de la siguiente manera:

- GRADO 1.** Bulbo aparentemente sano, sin síntomas visibles con catafilas de color normal, dientes bien formados, bulbo comercial.
- GRADO 2.** Bulbo aparentemente sano, con ligeras lesiones en la placa basal, bulbo comercial.
- GRADO 3.** Bulbo con ligeras lesiones en la placa basal, manchas amarillas en las túnicas externas hasta en 25 %, bulbo con menor valor comercial.
- GRADO 4.** Bulbo con lesiones localizadas en la placa basal, túnicas externas amarillas desde un 26 a 50 % del área del bulbo afectado, bulbo con menor valor comercial.
- GRADO 5.** Bulbo de túnicas externas amarillas de 51 a 75 % del área del bulbo, bulbo con valor no comercial.

Para este experimento se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro repeticiones, para lo cual se acondicionó una pequeña estructura para termoterapia, así mismo, se determinó la  $P_i$ ,  $P_f$  y  $P_f/P_i$ , para todos los tratamientos.

**Cuadro 9. Tratamientos para control físico a ‘diente semilla’ para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**

<b>TRATAMIENTOS</b>
Termoterapia semilla infectada Grado 1 + Benomyl 50 PM 2 ‰
Termoterapia semilla infectada Grado 1 + Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5 ‰
Testigo Grado 1
Termoterapia semilla infectada Grado 2 + Benomyl 50 PM 2 ‰
Termoterapia semilla infectada Grado 2 + Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5 ‰
Testigo Grado 2
Termoterapia semilla infectada Grado 3 + Benomyl 50 PM 2 ‰
Termoterapia semilla infectada Grado 3 + Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5 ‰
Testigo Grado 3
Termoterapia semilla infectada Grado 4 + Benomyl 50 PM 2 ‰
Termoterapia semilla infectada Grado 4 + Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5 ‰
Testigo Grado 4
Termoterapia semilla infectada Grado 5 + Benomyl 50 PM 2 ‰
Termoterapia semilla infectada Grado 5 + Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5 ‰
Testigo Grado 5

### **3.5.3. CONTROL BIOLÓGICO**

#### **A. Macerados de ajo**

Dentro del control biológico se trabajó con macerados de ajo (Bruna, 1986 y Vega, 1979), basado en la presencia de Disulfuros de alilo principalmente **Alicina**, el mismo que mantiene contenidos variable dentro de los cultivares (Tamo, 1992). El experimento se llevo a cabo en laboratorio empleándose un Diseño de Completamente al azar con cuatro repeticiones, con los siguientes tratamientos.

**Cuadro 10. Tratamientos con macerado de Ajo cv. Napurí, Morado Arequipeño y Barranquino en inmersión a 24 horas a ‘diente semilla’, para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**

TRATAMIENTOS	
Semilla infectada en 25 % macerado	ajo cv. Napurí/24 h
Semilla infectada en 50 % macerado	ajo cv. Napurí/24 h
Semilla infectada en 75 % macerado	ajo cv. Napurí/24 h
Semilla infectada en 25 % macerado	ajo cv. Morado Arequipeño/24 h
Semilla infectada en 50 % macerado	ajo cv. Morado Arequipeño/24 h
Semilla infectada en 75 % macerado	ajo cv. Morado Arequipeño/24 h
Semilla infectada en 25 % macerado	ajo cv. Barranquino/24 h
Semilla infectada en 50 % macerado	ajo cv. Barranquino/24 h
Semilla infectada en 75 % macerado	ajo cv. Barranquino/24 h
Testigo	

### B. Prueba cruzada de Oostembrink

Así mismo dentro del esquema de control biológico se debe considerar una adecuada rotación de cultivos, con la finalidad de poder establecer las especies de plantas adecuadas, consideradas según resultados de pruebas de reconocimiento de hospedantes con nemátodos extraídos de ajo indicados por Vega (1979) y Del Toro (1989), los cuales redujeron los niveles poblacionales de *D. dipsaci*. Para ello se empleo la prueba cruzada de Oostembrink descrita a continuación., dicha prueba consiste en sembrar los cultivos en franjas orientadas de forma "Horizontal" en la primera campaña. En la segunda campaña se cultivo los mismos pero en sentido perpendicular a la primera, es decir, en forma "Vertical" y así sucesivamente para cada alternativa.

Dentro del material vegetativo empleado se consideró los siguientes:

Ajo	cv. ‘Napurí’
Cebolla	cv. ‘Americana’
Maíz	cv. ‘Opaco mal paso’
Avena	cv. ‘Vilcanota’
Papa	cv. ‘Perricholi’
Camote	clon amarillo
Tomate	cv. ‘Rio grande’
Lechuga	cv. ‘Great Lake 756’
Kiwicha	cv. ‘Oscar Blanco’
Arveja	cv. ‘Alderman’

La distribución espacial y secuencial se presenta en el croquis 2, donde se indica que la primera campaña se empleo ‘dientes semilla’ de ajo para asegurar la presencia del nemátodo, las siguientes campañas se describen a continuación.

**Campaña 1:** Corresponde a la siembra inicial de cultivo de ajo en un terreno que no tuvo antecedentes del nemátodo *D. dipsaci*, el diente semilla empleado presento una población inicial al momento del muestreo entre 6 a 8 ind/5 g de tejido. La cosecha se realizó en diciembre de 1999, y se procedió a analizar el resultado de nemátodos en 100 cc de suelo.

**Campaña 2:** Para esta segunda siembra se procedió de manera similar en la preparación del terreno, tratando de no alterar la población inicial de los nemátodos, se empleo los 10 cultivos seleccionados se les dio una ubicación como se muestra en el croquis 2. La siembra se realizo en febrero del 2000, en parcelas de 3 x 3 con un área de 9 m<sup>2</sup> por unidad experimental, el manejo agronómico para cada cultivo fue de acuerdo a las exigencia de los mismos, tratando en lo posible de realizar labores culturales culturales que no alteren el desarrollo del cultivo ni del nemátodo fitoparásito. La cosecha se realizó de acuerdo como los cultivos alcanzaban a la madurez de cosecha, realizada de la siguiente manera: ajo, avena, camote y kiwicha en julio del 2000; cebolla, maíz y papa en junio del 2000; tomate, lechuga y alverja entre mayo y junio del 2000.

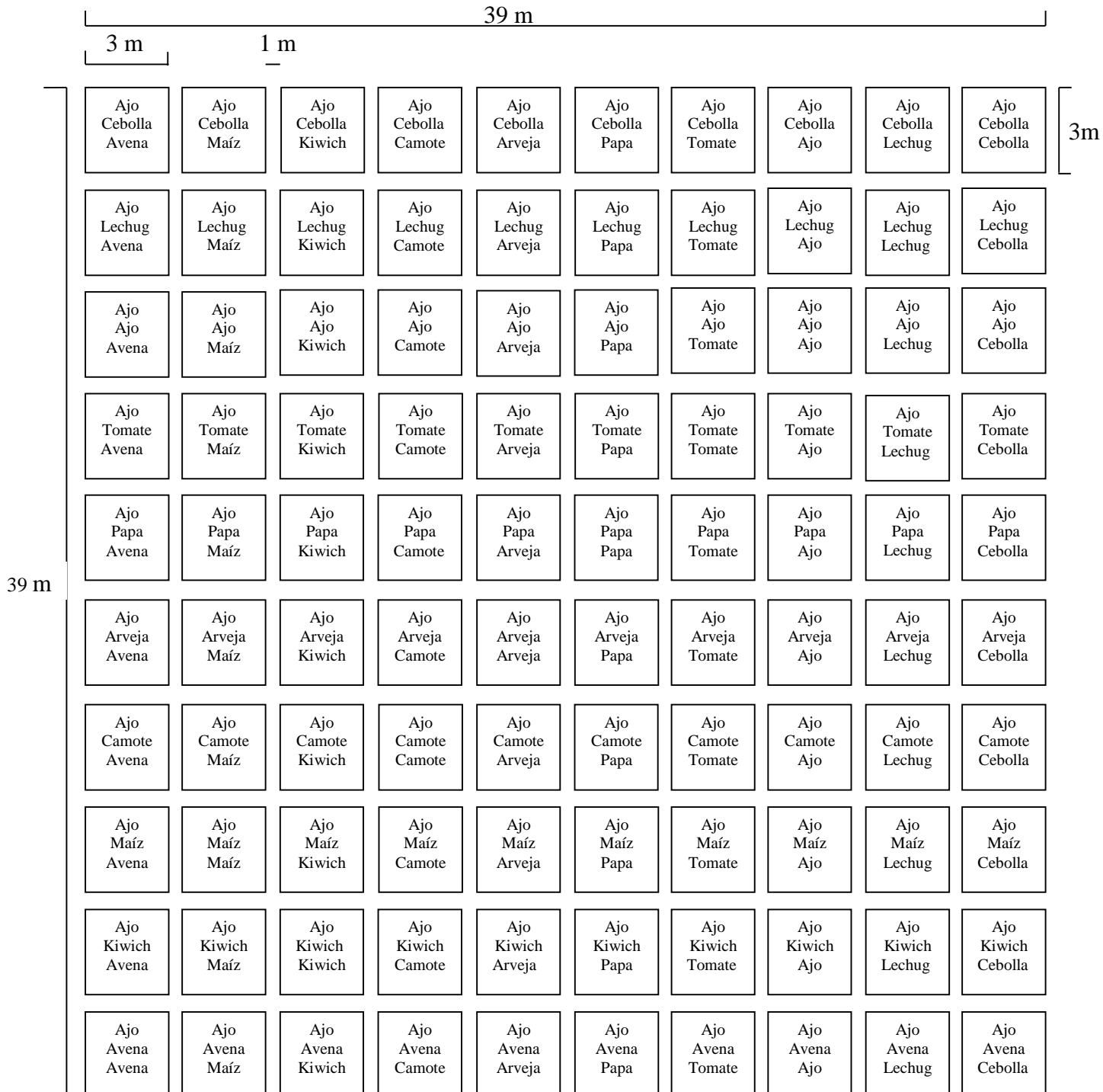
**Campaña 3:** Para la tercera siembra se preparó el terreno de manera similar a la campaña anterior, la siembra se realizó en octubre del 2000 la instalación de los cultivos fue de manera vertical tal como se presenta en la figura, igualmente se procedió a conducir el cultivo con labores culturales adecuadas para no alterar el desarrollo de las plantas ni del nemátodo. La cosecha se realizó de acuerdo como los cultivos logran su madurez de cosecha, ejecutada de la siguiente manera: cebolla, ajo, maíz, avena, papa, camote y kiwicha entre marzo y abril del 2001; tomate, lechuga y alverja entre febrero y marzo del 2001.

Las características de las unidades experimentales se indican a continuación:

Largo (m)	:	3,00
Ancho (m)	:	3,00
Área (m <sup>2</sup> )	:	9,00
Área total (m <sup>2</sup> )	:	1 600,00
Área neta (m <sup>2</sup> )	:	900,00

**Croquis 2. Secuencia de los cultivos para la prueba cruzada de Oostembrink.**

**Irrigación de Majes – Arequipa. 1999-2001.**





### 3.5.4. CONTROL CULTURAL

Referido al empleo de enmiendas orgánicas como estiércol y gallinaza serán previamente preparadas a los cuales se realizará un análisis de caracterización para poder determinar posteriormente el porcentaje de materia orgánica. Las aplicaciones se realizaron al suelo al momento de la siembra de ajo Cv. Napurí, con las dosis sugeridas para fertilización, pero que necesariamente no deban cumplir solo un rol nutritivo en las plantas sino un control al nemátodo *D. dipsaci*.

**Cuadro 11. Tratamientos con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**

TRATAMIENTOS	
Estiércol vacuno 10 t/ha	semilla sana en suelo infestado
Estiércol vacuno 20 t/ha	semilla sana en suelo infestado
Estiércol vacuno 30 t/ha	semilla sana en suelo infestado
Gallinaza 5 t/ha	semilla sana en suelo infestado
Gallinaza 10 t/ha	semilla sana en suelo infestado
Gallinaza 15 t/ha	semilla sana en suelo infestado
Humus de lombriz 2 t/ha	semilla sana en suelo infestado
Humus de lombriz 4 t/ha	semilla sana en suelo infestado
Testigo	

Para el empleo de estiércol vacuno se realizó pre-descomposición de la misma que permitió facilitar la degradación; para la gallinaza y humus de lombriz no se realizó lo mismo por ser producto de rápida degradación (gallinaza) y degradados con alto contenido de microorganismos es su medio (humus de lombriz). Las aplicaciones se realizaron al suelo al momento de la siembra. El experimento se llevó a cabo con el Diseño de Bloques Completos al azar (BCA) y cuatro repeticiones. Las labores culturales así como el manejo de cultivo se realizó de la misma manera que para el control químico, la fecha de siembra fue febrero del 2000 y la cosecha a fines de julio del 2000.

### 3.6. Características a evaluar

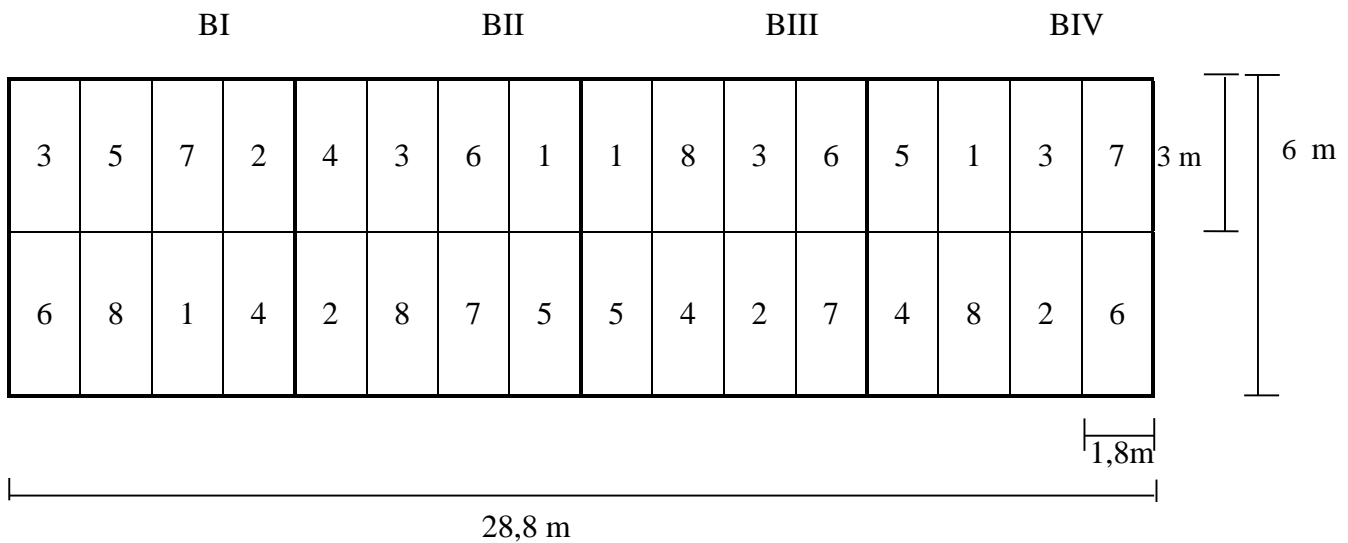
#### Laboratorio

- Población inicial de nemátodos en tejido
- Población final de nemátodos en tejido

**Campo**

- Población inicial y final de nemátodos en tejido
- Población inicial y final de nemátodos en suelo
- Rendimiento

**Croquis 3. Distribución de tratamientos para el experimento con aplicación de estiércol vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**



**Cuadro 12. Análisis químico del estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz en la determinación de algunos componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**

Enmienda Orgánica	C.E. mmhos/cm	pH	M.O. %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %	Acido Húmico (%)	Acido Fúlvico (%)
Gallinaza	18,10	7,40	47,84	4,20	2,26	1,19	-	-
Estiercol vacuno	36,40	7,50	29,73	1,34	1,19	2,18	-	-
Humus de lombriz	3 – 4	6,5–7,5	30-60	1,5–3,0	0,5–1,5	0,5–1,5	5,0–7,0	2,0–3,0

Fuente Laboratorio de suelos UNALM.

(\*) Centro de producción de lombricultura /CEPROLA) y Tomasino S.A.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las evaluaciones realizadas en los ensayos en campo así como las realizadas en laboratorio, se ha encontrado resultados que han permitido analizar algunos componentes para el manejo integrado del nemátodo del tallo y bulbo *Ditylenchus dipsaci*, en el cultivo de ajo cv. 'Napurí' para la Irrigación Majes durante las campañas agrícolas 1999 al 2001.

### 4.1. CONTROL QUÍMICO

#### 4.1.1. TRATAMIENTO QUÍMICO AL 'DIENTE SEMILLA' INMERSIÓN RÁPIDA (5 MINUTOS)

##### A. Población inicial (Pi)

Los resultados de población inicial (Pi) en 'diente semilla' obtenidos por el método modificado de Bearman (Canto, 1985) se presentan en el cuadro 13, los cuales fueron altamente heterogéneos presentando un rango entre 5 992 a 22 861 individuos/5 g de tejido y con un promedio de 12 394 individuos/5 g.

Al realizar el análisis de variancia, cuadro 31 del anexo, se encontró que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 74,85%, realizada la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $p < 0,05$ ) se encontró que no existe diferencias entre los promedios de 5 992 a 15 296 y difieren estadísticamente de 22 861 ind/5 g de tejido, estos valores ratifican la variabilidad poblacional presente en el tejido, asimismo, coinciden con el trabajo realizado por Casa (1998) en la cual reporta valores entre 5 a 14 300 ind/5 g de tejido para bulbo aparentemente sano y de 500 a 23 000 ind/5 g de tejido para bulbos dañados. Asimismo Casa (1998) determinó que el daño económico para *D. dipsaci* es de 3 ind/5 g de tejido, indicando que con poblaciones entre 0 a 3 el daño es leve, produciendo la formación de bulbo comercial; mientras que poblaciones superiores a 3 individuos hay presencia de daño económico debido a la reducción y falta de formación de bulbo.

**Cuadro 13. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo tratado con inmersión a cinco minutos de semilla en nueve productos nematódicos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	Reproducción del nematodo		
	Pi	Pf	Pf/Pi
Oxamyl 24L 2%	12 019 a b	529 a	0,04 a
Carbofuran 48F 1.5 %	5 992 a	701 a	0,12 a
Abamectina 1.8 EC 2 ‰	22 861 b	3 150 a	0,14 a
Carbofuran 48F 1%	10 840 a b	1 639 a	0,15 a
Bi-O-Mar15 40 ‰	11 912 a b	3 360 a b	0,28 a
Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	14 765 a b	13 585 a b c	0,92 a b
Benomyl 50PM 3‰	8 880 a b	8 149 a b c	0,92 a b
Hunter 2 ‰	11 056 a b	12 964 a b c	1,17 a b
Biostat 0.5 ‰	15 296 a b	17 864 c	1,17 a b
Testigo	10 323 a b	17 260 b c	1,67 b
Promedio	12 394	7 920	0,66
C.V.	74,85	53,52	37,38

\* Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa (Duncan  $p < 0,05$ )

### B. Población Final (Pf)

Los resultados de población final fluctuaron entre 529 ind/5 g de tejido (oxamyl 24 L al 2 %) y 17 260 ind/5 g de tejido (Testigo) y el promedio fue 7 920 ind/5 g de tejido, los resultados se presentan en el cuadro 13.

El análisis de variancia, cuadro 32 del anexo, indica que existe diferencia estadística altamente significativa ( $p < 0,01$ ) para los datos transformados en  $\sqrt{x + 1}$ , el coeficiente de variabilidad fue de 53,51%. La prueba de comparación múltiple de promedios indica que los tratamientos oxamyl al 2% (Pf = 529); carbofuran al 1,5 % (Pf = 701); carbofuran al 1 % (Pf = 1 639); abamectina al 2 ‰ (Pf = 3 150); Bi-O-Mar 15 al 40 ‰ (Pf = 3 360) y benomyl al 3‰ (Pf = 8 149) no difieren estadísticamente.

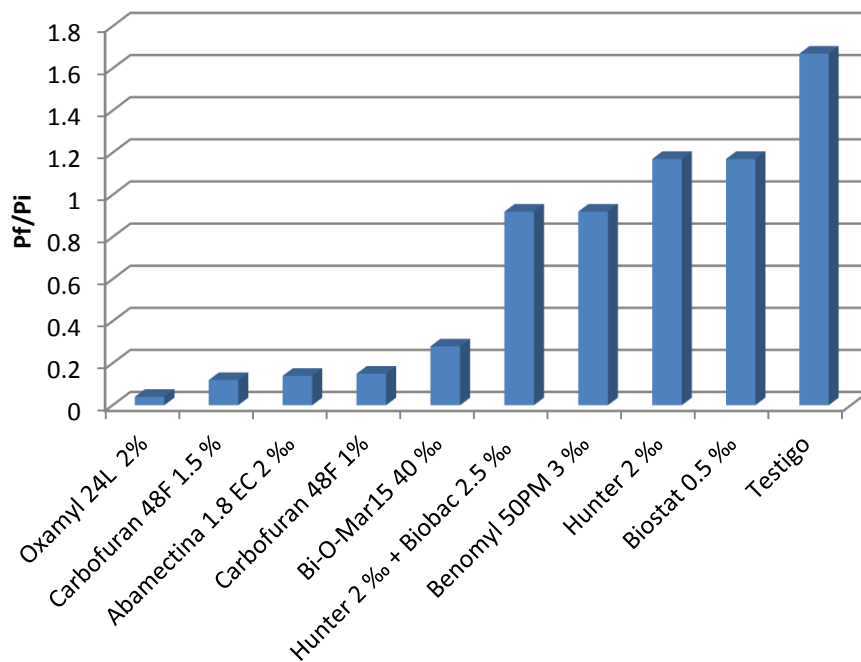
Al analizar los resultados sobresale oxamyl al 2 % (Pf = 529) y carbofuran al 1,5 % (Pf = 701); oxamyl es considerado como un producto sistémico de buena solubilidad (Philippi, 1989), lo cual permite un rápido ingreso a las hojas protectoras de los “dientes” de ajo, permitiendo su efecto sobre el nemátodo. Carbofuran, probablemente a su característica flowable permitió una buena solubilidad e ingreso del producto al interior del “diente

semilla”, es sistémico y de fácil movimiento (Dupont, 2008). Los resultados también coinciden con los reportes de Del Toro (1989) y Vega (1989).

### C. Pf/Pi

Los resultados de la Pf/Pi se presentan en el cuadro 13 y gráfico 1, los valores para los tratamientos fluctuaron de la siguiente manera oxamyl (Pf/Pi=0,04) y el testigo (Pf/Pi=1,67) con un promedio de Pf/Pi = 0,66.

Realizado el análisis de variancia para los datos transformados  $\sqrt{x + 1}$ , cuadro 33 del anexo, no se encontró diferencias estadísticas para los tratamientos en estudio, logrando un coeficiente de variabilidad de 37,38 %, realizada la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $p < 0,05$ ), no se encontró evidencias de diferencia estadística entre todos los tratamientos químicos en estudio diferenciándose del testigo (sin aplicación).



**Gráfico 1. Reproducción (Pf/Pi) de *Ditylenchus dipsaci* en ajo tratado con inmersión a cinco minutos de ‘diente semilla’ en nueve productos nematocínicos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Los tratamientos que sobresalen en una relación Pf/Pi inferior, lo cual indica un buen control del nemátodo en estudio son: oxamyl (Pf/Pi = 0,04); carbofuran 1,5 % (Pf/Pi = 0,12); abamectina (Pf/Pi = 0,14) y carbofuran 1 % (Pf/Pi = 0,15), con un control entre 85 y 96 % de la Pi.

Oxamyl es considerado como un producto de sistémico de buena solubilidad (Philippi, 1989), que permite un rápido ingreso a las hojas protectoras de los “dientes” de ajo, de movimiento apoplástico y simplástico, así como la concentración del producto en la célula permite un buen efecto nemastático, así como los efectos directos del oxamyl Bunt (1987), Spurr (1985) y Philippi (1989).

Carbofuran al 1 % (Pf/Pi = 0,15) y 1,5 % (Pf/Pi = 0,12), presentaron un buen control después del oxamyl, ambos son carbamatos con un mecanismos de acción que inhiben la colinesterasa Bloomquist (2003), Ware y Whitacre (2004) y Philippi (1989), lo cual provoca desorientación e inmovilización del nemátodo (Philippi,1989), características que contribuyeron en el control del nematodo en ‘diente de ajo’.

La abamectina (Pf/Pi=0,14), es un producto que actúa a nivel de sinápsis del neuro transmisor (Novartis s.f.), provocando parálisis muscular inducida por avermectina en estos organismos, Bloomquist, 2003; es sistémico y se almacena en la vacuola; características del producto que permitio la reducción poblacional del nematodo en ‘diente de ajo’.

#### **4.1.2. TRATAMIENTO QUÍMICO AL ‘DIENTE SEMILLA’ INMERSIÓN QUÍMICA PROLONGADA**

Los resultados del tratamiento químico al ‘diente semilla’ de ajo en inmersiones de 1, 4 y 24 horas se presentan en el cuadro 16 y figura 2, las evaluaciones realizadas fueron población inicial, población final y la relación Pf/Pi.

##### **A. Población Inicial (Pi)**

La población inicial de *Ditylenchus dipsaci* en tejido de ‘diente semilla’ en ajo cv. ‘Napurí’ fue determinado antes de la inmersión en los productos químicos por el ‘método de la bandeja’, los valores muestran una gran variabilidad fluctuando para carbofuran 1,5 % a 1 h (Pi = 2 798) y de Hunter 2‰ + Biobac 2,5 ‰ a 1 h (Pi = 36 091), con un promedio de Pi = 13 191, datos presentados en el cuadro 14.

En el cuadro 34 del anexo, se presenta el análisis de variancia, donde existen diferencias estadística significativa ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 70,98 %. Realizada la prueba de comparación de Duncan ( $p < 0,05$ ) se encontró que no existe diferencias entre las Pi de 2 798 a 1 6732, siendo diferentes estadísticamente al intervalo de Pi desde 21 786 a 36 091, lo que demuestra que la población del tejido es muy

heterogénea, valores que coinciden con los reportados por Carbonell (1990), que indica que bulbos de ajo cv. 'Napuri' pueden sobrepasar los 26 000 ind/5g de tejido en bulbos procedentes del valle de Tambo, así como los valores reportados por Casa (1998) donde indica que los bulbos pueden presentar valores en un rango de 5 a 25 000 ind/5 g de tejido.

**Cuadro 14. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo tratado con inmersión a 1, 4, 24 horas en nueve productos nematóxicos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	Reproducción del nemátodo		
	Pi	Pf	Pf/Pi
Oxamyl 24L 2% , 24 h	15 506 a b	138 a	0,01 a
Carbofuran 48F 1%, 4 h	16 732 a b	183 a	0,01 a
Carbofuran 48F 1.5 %, 1 h	2 798 a	101 a	0,03 a
Abamectina 1.8 EC 2 ‰, 24 h	11 907 a b	333 a	0,03 a
Bi-O-Mar15 40 ‰, 1 h	15 315 a b	539 a	0,04 a
Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰, 1 h	36 091 c	1 718 b c	0,05 a
Benomyl 50PM 3‰, 1 h	21 786 b c	3 227 c d	0,15 a
Hunter 2 ‰, 1 h	7 879 a b	2 366 b c	0,30 a
Testigo 24 hora	6 120 a b	2 520 c	0,41 a
Biostat 0.5 ‰, 1 h	6 327 a b	6 763 d	1,07 b
Testigo 4 horas	7 100 a b	7 700 d	1,08 b
Testigo 1 horas	10 730 a b	17 960 e	1,67 c
Promedio	13 191	3 629	0,4
C.V.	70,98%	34,10%	10,16%

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa (Duncan  $p < 0,05$ )

### B. Población Final (Pf)

Los resultados de población final fluctuarán para carbofuran 48F 1,5% a 1 h (Pf=101) y Testigo 1 hora (Pf = 17 960) después de aplicación de los tratamientos, con un promedio de 3 629 ind/5 g de tejido, los resultados se presentan en el cuadro 14.

Realizado el análisis de variancia, cuadro 35 del anexo, se encontró una alta significación ( $p < 0,01$ ) para los tratamientos en estudio, los valores fueron transformados a  $\sqrt{x + 1}$ , con un coeficiente de variabilidad de 34,09 %. Realizada la prueba de comparación de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ) se determinó que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos con carbofuran 48F 1,5 % a 1 h (Pf=101); oxamyl 24L 2% a 24 h (Pf=138); carbofuran 48F 1% a 4 h (Pf = 183); abamectina 1,8 EC 2 ‰ a 24 h (Pf= 333); Bi-O-Mar15

40 ‰ a 1 h (Pf = 539), y presentan valores inferiores a los testigos de 24 h (Pf = 2 520 ), 4 h (Pf = 7 700 ) y 1 h (Pf = 17 960) de inmersión en agua, asimismo, superaron en el control a Hunter+Biobac (Pf=1 718), Hunter (Pf=2 366), Benlate (Pf =3 227) y Biostat (Pf = 6 763).

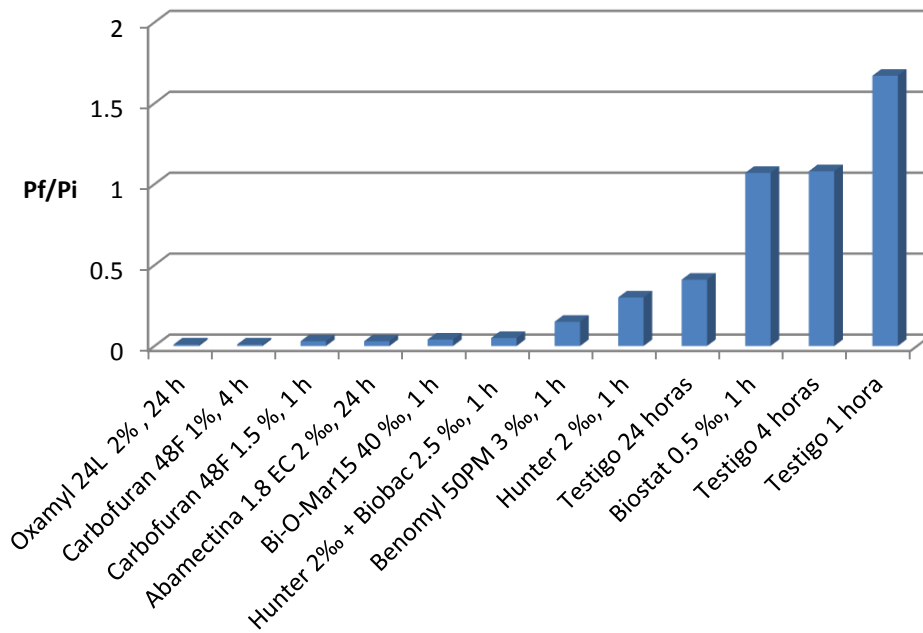
Los datos coinciden en el control del nematodo para los mismos tratamientos de inmersión rápida (5 minutos), con la diferencia que para este ensayo fueron de 1, 4, 24 horas y los niveles de Pf fueron inferiores, probablemente, dadas las características de la estructura de los “dientes semillas”, según Hartmann (1991) y Besnier (1989), en la primera etapa de activación de estructuras vegetativas se presenta la imbibición proceso que hidrata las estructuras protectoras y compuestos hidratantes principalmente proteínas, ácidos nucleídos y otros; el agua ingresa al interior del tejido (Burba,1982 y Burba, 1983) entrando en contacto con el nemátodo ejerciéndose el efecto nemastático mayor sobre él. Razones por la cual el proceso de un mayor tiempo de inmersión favoreció el ingreso del compuesto y asimismo su acción nemastática.

### C. Pf/Pi

Los valores de Pf/Pi, para los tratamientos de inmersión prolongada, se presentan en el cuadro 14 y gráfico 2, fluctuando la Pf/Pi= 0,01 para Oxamyl 24L 2% a 24 h y Pf/Pi= 1,67 para el testigo a 1 h y con promedio de todo el ensayo de 0,488 ind/5 g de tejido.

El análisis de variancia para esta evaluación se presentán en el cuadro 36 del anexo, se encontró que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre los tratamientos en estudio con un coeficiente de variabilidad de 71,95 % para los datos transformados a  $\sqrt{x + 1}$  el coeficiente de variabilidad fue de 10,16 %. La prueba de comparación de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ) determinó que no existen diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos con oxamyl 2% a 24 h (Pf/Pi=0,01) carbofuran 1% a 4 h (Pf/Pi=0,01); carbofuran 1,5 % a 1 h (Pf/Pi=0,03); abamectina 2 ‰ a 24 h (Pf/Pi =0,03); Bi-O-Mar15 40 ‰ a 1 h (Pf/Pi=0,04); Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5 ‰ a 1 h (Pf/Pi=0,05); benomyl 3‰ a 1 h (Pf/Pi=0,15); Hunter 2 ‰ a 1 h (Pf/Pi=0,3) y Testigo a 24 horas (Pf/Pi=0,41), lo que indica que los tratamientos en estudio redujeron la población entre 59 a 99 %; siendo superiores en control a Biostat (Pf/Pi=1,07), testigo a 4 h (Pf/Pi=1,08) y testigo a 1 hora (Pf/Pi=1,67).





**Gráfico 2. Reproducción (Pf/Pi) de *Ditylenchus dipsaci* en ajo tratado con inmersión a 1, 4, 24 horas en nueve productos nematocóxicos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Oxamyl, es considerado como un producto sistémico de buena solubilidad y sus buenas características lipofílicas atraviesa con facilidad la lamina cerosa de las cubiertas (Philippi, 1989), lo cual permite un rápido ingreso a las hojas protectoras de los “dientes” de ajo, permitiendo un buen efecto nematostático Bunt (1987), así como los efectos directos del oxamyl Spurr (1985) y Philippi (1989); así mismo las condiciones de imbibición (Hartmann,1991 y Besnier, 1989) favorecida por un mayor tiempo de inmersión con el producto lograron reducir el número de individuos.

Carbofuran al 1 % a 4 h (Pf/Pi = 0,01) y 1,5 % a 1 h (Pf/Pi = 0,03), presentaron un buen control después del oxamyl, este producto también presenta una buena solubilidad (700 g /L) y asociado a una buena imbibición (Hartmann, 1991) favorecieron el efecto del producto (Philippi, 1989: Ware y Whitacre, 2004, Bloomquist, 2003) y su efecto nematostático (desorientación e inmovilización).

La abamectina, parece tener el mismo comportamiento de ingreso que el oxamyl y carbofuran, así mismo su buena solubilidad asociado a un mayor tiempo de inmersión (24 horas), favorecieron su ingreso y acción nematostática a nivel de sináptica del neuro

transmisor (Novartis s.f.), provocando parálisis muscular inducida por la avermectina en estos organismos, (Bloomquist, 2003).

El Bi-O-Mar 15 es un producto con un buen contenido de ácidos húmicos, existe evidencias sobre la responsabilidad de sustancias con efecto nematológico o nematostático. Estas sustancias pueden estar preformadas en las enmiendas, que es lo que ocurre en los fenómenos de supresión atribuibles a productos del metabolismo secundario de las plantas con efecto aleloquímico (Halbrendt, 1996), así mismo pueden favorecer la actividad de enzimas que afectan a la viabilidad de los nemátodos. Esto ocurre con la quitina (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1989), que es el constituyente principal de la cubierta de los huevos, o el colágeno (Galper *et al.*, 1990), constituyente de la cutícula, sin embargo, se liberan sustancias derivadas de la descomposición microbiana tóxicas para el nemátodo, tal es el caso del amonio, sulfuro de hidrógeno, ácidos orgánicos y una amplia gama de compuestos orgánicos volátiles (Badra *et al.*, 1979; Sayre *et al.*, 1965; Elmiligy y Norton, 1973; Sitaramaiah y Singh, 1977).

La aplicación de Hunter (Pf/Pi=0,3) controló al nemátodo y su combinación con Biobac (Pf/Pi=0.05) presentó una respuesta sinérgica sobre los nemátodos, es conocido el efecto del Hunter en la liberación de fenoles (Impagro, 1995) que matan al nemátodo, y así mismo, la acción supresora del Biobac y la probable liberación de enzimas que afectan la viabilidad del nemátodo (Halbrendt, 1996; Rodríguez-Kábana *et al.*, 1989).

El remojo de los “dientes semilla” por 24 horas (Pf/Pi=0,41) es probable que actúe como un efecto “trampa”, en el cual los nemátodos del estado de anhidrobiosis en que se encuentran estas se rehidratan y empiezan a movilizarse y salir al recipiente, cayendo por gravedad al fondo del mismo, esta respuesta es notoria y se reduce a menores tiempos de remojo como a 1 y 4 horas que no lograron reducir las poblaciones a nivel del bulbo.

#### 4.1.3. TRATAMIENTOS QUÍMICOS AL SUELO MÁS APLICACIONES FOLIARES

Las poblaciones de nemátodos del suelo obtenidos por el método modificado de Bearmanm (Bandeja), fueron realizadas al inicio de la instalación y al final del cultivo, así mismo la relación Pf/Pi y el rendimiento (t/ha) se presentan en los cuadros 15, 16, 17 y 18.

##### A. Población inicial (Pi)

En el cuadro 15 se muestran las poblaciones iniciales que fluctuaron entre 6 a 30 ind/100 cc de suelo y con un promedio de 12 ind/100 cc de suelo.

Al realizar el análisis de variancia (ANVA), cuadro 37 del anexo, se encontró diferencias estadísticas significativas entre bloques pero no entre los tratamientos, al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $p < 0,05$ ) se determinó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, encontrándose dos amplitudes significativas entre ellos, la primera comprendida entre 6 a 18 ind/100 cc de suelo y la segunda entre 9 a 30 ind/100 cc de suelo, siendo ambos diferentes estadísticamente. Las poblaciones reportadas son obtenidas después de un cultivo con ajo infestado de *Ditylenchus dipsaci*, también se puede apreciar una variabilidad en la distribución de la población en el suelo que asegura un daño económico al cultivo de ajo tales como: 5 ind/100 cc de suelo (Bruna *et al.*, 1986) y niveles de 2 a 8 ind/100 cc suelo causan serios daños al cultivo (Carbonell, 1990; Vega *et al.*, 1982).

##### B. Población final (Pf)

Las poblaciones de *Ditylenchus dipsaci* al término del periodo vegetativo del cultivo de ajo, cuadros 15 y 16, presentaron valores dentro de un rango de 1 a 50 con un promedio de 12 ind/100 cc de suelo, los promedios de tratamientos reportan Pf =1 para el tratamiento Mocap 35 kg/ha + 2 aplicaciones de Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ y un Pf=50 para el tratamiento sin producto químico.

Realizado el ANVA, cuadro 38 del anexo, no se encontró diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 139 % lo que indica la alta variabilidad de los datos, por lo que fue necesario realizar la transformación  $\sqrt{x + 10}$  donde no se encontró diferencias significativas entre bloques ni entre tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 28,9 %, con el que se realizó la prueba de comparación

múltiple de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ) en la cual se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos.

**Cuadro 15. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* y rendimiento (t/ha) en ajo, tratado con aplicaciones al suelo y follaje de productos nematocidas para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamiento	Reproducción del nematodo			Rdto t/ha
	Pi *	Pf *	Pf/Pi	
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	13 a b	1 a	0,08 a	6,28 a b
Carbofuran 5G 50 kg/ha + Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	30 b	6 a	0,20 a	6,78 a
Dazomet G 200kg/ha	13 a b	4 a	0,31 a	4,50 a b
Aldicarb G 20 kg/ha + Oxamyl 24L 5 ‰	18 a b	6 a	0,33 a	6,22 a b
Maxicrop 24 SL 2.5 ‰ + Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	14 a b	6 a	0,43 a b	4,81 a b
Carbofuran 5G 50 kg/ha + Oxamyl 24 L 5 ‰	30 b	13 a	0,43 a b	5,30 a b
Fenamifos 10 G 25 kg/ha + Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	11 a b	5 a	0,46 a b	5,61 a b
Fenamifos 10 G 25 kg/ha + Oxamyl 24 L 5 ‰	6 a	4 a	0,67 a b	6,47 a b
Bi-O-80 100 kg/ha + Oxamyl 24 L 5 ‰	9 a b	6 a	0,67 a b	5,03 a b
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + Oxamyl 24 L 5 ‰	7 a	5 a	0,71 a b	5,67 a b
Bi-O-80 100 kg/ha+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	8 a b	6 a	0,75 a b	6,54 a b
Maxicrop 2.5 ‰ + Oxamyl 24 L 5 ‰	11 a b	9 a	0,82 a b	5,58 a b
Aldicarb G 20 kg/ha + Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	6 a	5 a	0,83 a b	6,58 a b
Carbofuran 48F 2L/ha + Oxamyl 24 L 5 ‰	10 a b	9 a	0,90 a b	5,08 a b
Aldicarb G 20 kg/ha	11 a b	10 a	0,91 a b	5,47 a
Biostat 100 g/200 L + Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	13 a b	12 a	0,92 a b	4,00 a b
Fenamifos 10 G 25 kg/ha	16 a b	15 a	0,94 a b	4,25 a b
Cadusafos 30 kg/ha + Oxamyl 24 L 5 ‰	9 a b	9 a	1,00 a b	4,22 a b
Cadusafos 30 kg/ha	18 a b	19 a	1,06 a b	3,72 b
Carbofuran 5G 50 kg/ha	10 a b	11 a	1,10 a b	4,78 a b
Biostat 100 g/200 L + Oxamyl 24 L 5 ‰	12 a b	15 a	1,25 a b	3,64 b
Abamectina 1 L/ha + Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	11 a b	14 a	1,27 a b	4,33 a b
Abamectina 1 L/ha	7 a	9 a	1,29 a b	4,00 a b
Ethoprofos 15G 35 kg/ha	10 a b	13 a	1,30 a b	5,36 a b
Bi-O-80 100 kg/ha	7 a	10 a	1,43 a b	5,97 a b
Abamectina 1 L/ha + Oxamyl 24 L 5 ‰	8 a b	12 a	1,50 a b	4,97 a b
Maxicrop 2.5 ‰	8 a b	13 a	1,63 a b	3,90 a b
Carbofuran 48F 2L/ha + Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	9 a b	16 a	1,78 a b	4,14 a b
Fenamifos 4F 2L/ha	6 a	13 a	2,17 a b	3,90 a b
Biostat 0.5 ‰ 100 g/200 L	17 a b	39 b	2,29 a b	3,86 b
Cadusafos 10G 30 kg/ha + Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5 ‰	7 a	17 a	2,43 a b	4,31 a b
Testigo	11 a b	50 b	4,55 b	3,67 b
Promedio	12	12	1,14	4,93
C.V.	23,64	28,9	10,11	10,11

\* Numero de individuos/100 g de suelo; Rdto: Rendimiento

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa (Duncan  $p < 0,05$ )

Al analizar los resultados sobresalen los tratamientos ethoprofos+Hunter+Biobac (Pf=1); phenamifos+oxamyl (Pf=4); dazomet (Pf=4); aldicarb+Hunter+Biobac (Pf=5); phenamifos + Hunter + Biobac (Pf=5) y ethoprofos + oxamyl (Pf=5) los cuales fueron inferiores en relación con al testigo que obtuvo 50 ind/100 cc de suelo; de estos resultados el ethoprofos + Hunter + Biobac (Pf=1) obtuvo poblaciones en suelo inferiores a lo reportado por Bruna *et al.*, (1986) y Carbonell, (1990).

Ethoprofos mostró ser eficiente en el control de *D. dipsaci* siendo superior al resto de tratamientos; seguido de fenamifos y dazomet donde ambos tuvieron un comportamiento similar en el control; Basamid fue eficaz debido a sus propiedades biocidas del suelo con un amplio espectro de actividad (Vega *et al.*, 1982; Bayer, 1988; Rodees, 1969; Basf, 1998); asimismo aldicarb es reportado como un buen producto para el control del nemátodo (Del Toro *et al.*, 1989). El efecto complementario de 2 aplicaciones foliares de Hunter + Biobac a dado mejor respuesta con ethoprofos ambos productos foliares son biológicos (Impagro, 1995; Toledo, 1996), cuyas características permiten el accionar de microorganismos benéficos, ácidos húmicos y compuesto de efecto nemastático (Impagro, 1995) que permiten reducir el ataque del nemátodo (Toledo, 1996; Quispe, 1993). Al mismo tiempo aplicaciones foliares con oxamyl permitió la reducción de *D. dipsaci*, el cual es considerado como un producto sistémico de buena solubilidad (28 000 ppm en agua), y de acción nemastático a través de una movilización basipétala (Philippi, 1989).

En el cuadro 16 de doble entrada, se analizan los promedios obtenidos para cada producto, en general se puede observar que dazomet sobresale del resto de productos químicos en el control de *D. dipsaci* con una Pf=4, fumigante del suelo de potente acción biocida y sus gases provocan una muerte rápida del nemátodo.

Posteriormente, ethoprofos presentó un promedio de Pf=6, y al analizar el efecto con aplicaciones complementarias se encontró que el producto sin aplicaciones foliares presenta una Pf=13; con Hunter y Biobac una Pf=1 y con Vidate una Pf=5, valores que nos indican que ethoprofos ejerce un control parcial y en sinergismo con Hunter y Biobac presentan un mejor efecto en el control del nemátodo, de manera similar oxamyl redujo la población a mas de la mitad pero menos efectivo que las aplicaciones de Hunter + Biobac.

Aldicarb con Pf=7 fue eficiente, y al analizar con las aplicaciones complementarias se nota que Hunter + Biobac redujo a la mitad la Pf y de una forma muy similar se comportó con aplicaciones de oxamyl.

**Cuadro 16. Cuadro de doble entrada para la Pf ind/100 cc de suelo en ajo tratado con aplicaciones al suelo y follaje con productos nematódicos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	Aplicaciones foliares			
	SinFoliar	2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	2 Aplicaciones oxamyl 24 L 5‰	Promedio
carbofuran 5G 50 kg/ha	11 a b	6 a	12 a b	10
aldicarb 20 kg/ha	10 a	5 a	6 a	7
carbofuran 4F 2L/ha	13 a b	16 a b	9 a	13
fenamifos 10 G 25 kg/ha	15 a b	5 a	4 a	8
ethoprofos 15G 35 kg/ha	13 a b	1 a	5 a	6
Extracto de algas 2.5 ‰	13 a b	6 a	9 a	9
abamectina 1 L/ha	9 a	14 a b	12 a	12
cadusafos 30 kg/ha	19 a b c	17 a b	9 a	15
Biostat 100g/200L	50 c	12 a b	15 a b	26
Bi – O – 80 100 kg/ha	10 a	6 a	6 a	7
Basamid G 200 kg/ha	4 a	-	-	4
Sin tratamiento químico	39 b c	-	-	39
Promedio	1,58	0,91	0,83	

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa (Duncan  $p < 0,05$ )

El Bi-O-80 con  $Pf=7$ , también muestra eficiencia en el control de *D. dipsaci*, con las aplicaciones complementarias se encontró que el producto biológico con Hunter y Biobac una  $Pf=6$  y con oxamyl una  $Pf=6$ , la  $Pf$  decrece con aplicaciones foliares complementarias, siendo estas de un comportamiento similar, lo que demuestra que la acción de sinergismo es leve y cercanas a la mitad de la  $Pf$ . El producto es un concentrado de ácidos húmicos purificados y micronizados, compuesto orgánico con propiedades para reducir la reproducción y desarrollo de nemátodos al incrementar la actividad microbiana del suelo (Point del Perú, 1999).

El fenamifos muestra un promedio de  $Pf=8$ , y con las aplicaciones complementarias de Hunter y Biobac una  $Pf=5$ , y con oxamyl una  $Pf=4$ . Los resultados muestran además que aplicaciones foliares complementarias permiten reducir las poblaciones finales debido al efecto sinérgico entre ellos; ambas aplicaciones redujeron las  $Pf$  en más de la mitad, coincidiendo con lo reportado por Toledo (1996) y Quispe (1993).

El extracto de algas (*Ascophillum nodosum*) presentó un promedio de  $Pf=9$ , y con las aplicaciones complementarias, Hunter + Biobac con una  $Pf=6$  y oxamyl con  $Pf=9$ , estos

resultados muestran reducción de la población de nemátodos en comparación con el testigo (Pf=39), lo que indica que también presenta un buen efecto en el control.

Carbofuran G presentó un Pf=10, y con aplicaciones foliares de Hunter y Biobac una Pf=6 y con Vidate una Pf=12, el comportamiento de la Pf es irregular, y no mantiene la respuesta observada en los tratamientos anteriores, una probable causa puede ser que las poblaciones iniciales fueron altas (Pi=30).

Abamectina logró un promedio de Pf=12, y con aplicaciones foliares de Hunter + Biobac presentó una Pf=14 y para oxamyl Pf=12, producto biológico (Abamectina) que presentó un comportamiento irregular en la población final, aparentemente no presenta sinergismo con Hunter, Biobac y Vidate.

Carbofuran F tuvo un promedio de Pf=13, y con aplicaciones foliares de Hunter + Biobac una Pf=16 y para oxamyl una Pf=9, este producto organo carbamato, igualmente presentó una respuesta irregular en la población final de *D. dipsaci*, probablemente su presentación floable, aplicado sobre el ‘diente semilla’ al momento de la siembra y por las características del suelo (Arena–Franca) y de riego por aspersión influyeron en la efectividad del producto. Las aplicaciones foliares de Hunter + biobac no mostraron una interacción positiva en la reducción de la Pf, probablemente no se presentó un sinergismo entre ellos, mientras que con oxamyl por ser este un producto sistémico presentó un mejor control dada sus características sistémicas.

Cadusafos presentó un promedio de Pf=15, y con aplicaciones foliares de Hunter y Biobac un Pf=17 y con oxamyl un Pf=9; cadusafos, organo fosfato, es mencionado como un nemastático–insecticida de amplio rango de acción, actúa de contacto e ingestión, de baja movilidad en el suelo y de baja solubilidad en el agua (BASF, 2004), el producto según los fabricantes no ingresa al tejido; de ahí que solo se aprecia reducción de la población de nemátodos para la aplicación de oxamyl por sus características mencionadas anteriormente, Hunter y Biobac no presentaron una reducción efectiva de la población final lo que nos indica que puede ocurrir respuestas erróneas en su aplicación.

Biostat presentó el Pf=26, y con aplicaciones de Hunter y Biobac Pf=50 y para oxamyl una Pf=15, Biostat es producto biológico que presentó poblaciones finales muy variables, los trabajos realizados muestran resultados muy irregulares y variables algunos estudios muestran efecto positivo y otros muestran efectos pequeños o ausencia del mismo (Stirling, 1991, Van Driesche, 1996). Asimismo la respuesta de Hunter y Biobac muestran que no

existe reducción de la Pf, probablemente debido a que estos productos actúan promoviendo el desarrollo de la planta y produciendo compuestos antagónicos para el desarrollo de *Paecilomyces lilacinus*, la respuesta de oxamyl es evidente, por ser un producto sistémico y de movimiento basipetalo, controlando a nemátodos endoparásitos. Otro aspecto que influyo en el desarrollo de *Paecilomyces lilacinus* fue el bajo contenido de materia orgánica.

### C. Pf/Pi

La relación Pf/Pi, se presentan en los cuadros 15 y 17, donde se aprecia que los valores fluctúan entre la Pf/Pi=0,08 para ethoprofos+Hunter+Biobac y Pf/Pi =4,55 para el testigo (sin tratamiento químico).

**Cuadro 17. Cuadro de doble entrada para la reproducción (Pf/Pi) de *Ditylenchus dipsaci* en ajo con aplicaciones de productos nemastaticos al suelo y follaje para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 –2001.**

Tratamientos	Aplicaciones foliares			Promedio
	Sin aplicación	2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	2 Aplicaciones oxamyl 24 L 5‰	
carbofuran 5G 50 kg/ha	1,10 ab	0,20 a	0,43 ab	0,58
aldicarb 20 kg/ha	0,91 ab	0,83 ab	0,33 ab	0,69
carbofuran 4F 2L/ha	2,17 ab	1,78 ab	0,90 ab	1,62
fenamifos 10 G 25 kg/ha	0,94 ab	0,45 ab	0,67 ab	0,69
ethoprofos 15G 35 kg/ha	1,30 ab	0,08 a	0,71 ab	0,70
Extracto de algas 2.5 ‰	1,63 ab	0,43 ab	0,82 ab	0,96
abamectina 1 L/ha	1,29 ab	1,27 ab	1,50 ab	1,35
cadusafos 30 kg/ha	1,06 ab	2,43 b	1,00 ab	1,50
Biostat 100g/200L	2,29 ab	0,92 ab	1,25 ab	1,49
Bi – O – 80 100 kg/ha	1,43 ab	0,75 ab	0,67 ab	0,95
Basamid G 200 kg/ha	0,31 a	-	-	0,31
Sin tratamiento químico	4,55 b	-	-	4,55
Promedio	1,58	0,91	0,83	

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa (Duncan  $p < 0,05$ )

Realizado el ANVA con transformación  $\sqrt{x + 10}$ , cuadro 39 del anexo, se encontró que no existen diferencias significativas entre bloques ni entre tratamiento con un c.v.= 10,11%, se realizó la prueba de comparación múltiple de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ), donde se



determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, encontrándose dos amplitudes diferentes, la primera comprendida entre  $Pf/Pi=0,08$  a 2,43 y la segunda entre  $Pf/Pi=0,43$  a 4,55.

Al analizar los resultados, sobresalen: ethoprofos + 2 aplicaciones de Hunter + Biobac ( $Pf/Pi=0,08$ ); Carbofuran G + 2 aplicaciones de Hunter + Biobac ( $Pf/Pi=0,20$ ); dazomet ( $Pf/Pi=0,31$ ); aldicarb + 2 aplicaciones de oxamyl ( $Pf/Pi=0,33$ ), que indican un buen control del nemátodo del tallo y bulbo entre 92 y 67 % de reducción en la población inicial.

El mejor tratamiento en el control de *D. dipsaci* fue ethoprofos, órgano fosforado de contacto (Philippi, 1989), que actúa a nivel de la colinesterasa y presenta una baja solubilidad (700 ppm) ((Philippi, 1989; Bunt, 1987), que le permite liberarse lentamente permaneciendo por un tiempo mayor en el suelo, lo que corrobora que es un producto que logra controlar hasta un 92 % la población inicial de nemátodos (Vega *et al.*, 1982). El sinergismo con Hunter + Biobac complementan sus propiedades de control, así como la activación de promotores de crecimiento y desarrollo del cultivo (Toledo, 1996; Quispe, 1993), Hunter promueve que la fracción glucósido se hidrolice a fenoles que matan a los nemátodos e inhiben el desarrollo de hongos patógenos en el suelo, a la vez los derivados de ácidos nucleicos activan a las cianobacteria naturales a liberar etileno y sulfuro de hidrógeno que también son tóxicos para los nemátodos (Impagro, 1995), la acción de Biobac se basa en la actividad de microorganismos atrapadores de nemátodos, incrementando la población de la rizosfera y es considerado como un buen activador biológico por la presencia de hormonas y promotores de crecimiento (Impagro, 1995). Analizando con la aplicación foliar de oxamyl ( $Pf/Pi=0,71$ ) reporta un comportamiento irregular del producto, controlando un 29 % de la  $Pi$ .

Como un segundo tratamiento importante de control esta Carbofuran G, órgano carbamato, de acción sistémica (Philippi, 1989), soluble en el agua, 700 mg/L, (Philippi, 1989), lo que permite una mayor persistencia en el suelo (Bunt, 1987) de ahí que dosis de 50 kg/ha es igualmente reportada que tiene un buen control (Del Toro, *et al.*, 1989) del 80 % de la  $Pi$  inicial, considerado como nemastático de propiedades sistémicas (DiSanzo 1981; 1982), este producto en contacto con el nemátodo provoca inhibición de la colinesterasa con una desorientación e inmovilización del nemátodo, al ser absorbido por la planta y exudada actuaría influenciando la dirección de contacto, así como en la alimentación y reproducción del nemátodo (Bunt, 1987), la aplicación de Hunter + Biobac complementan sus propiedades de control, por las características benéficas mencionadas anteriormente (Impagro, 1995; Toledo, 1996; Quispe, 1993). La aplicación de oxamyl redujo la  $Pi=57\%$  verificando su

acción sistémica que permiten controlar a nemátodos endoparásitos (Canto, 1999; Bunt, 1987).

Basamid, considerado también para el presente ensayo como un producto de buen control para *D. dipsaci*, es un fumigante del grupo tiocarbamato que libera metil isotiacinato, formaldehído, sulfito de hidrógeno y monometionina, los que al interactuar producen una potente acción biocida (Philippi, 1989), afirmándose que estos compuestos penetran directamente la cutícula del nemátodo reaccionando con aminoácidos, oxidasas y sitios nucleofílicos en las proteínas (Spurr, 1985; Wrihht, 1981) con una reducción del 69 % de la Pi ratificando sus propiedades biocidas, donde los gases eliminan los nemátodos (Certis, 2006; BASF, 1998), asimismo la diferencia con respecto a los primeros tratamientos es que su acción se ve limitada al estado latente del organismo y si este se encuentra protegido dentro de estructuras vegetales del hospedante o de otros intermediarios (BASF, 1998), asimismo, estos fumigantes controlan bien entre los 5 a 20 cm de profundidad del suelo, en otras profundidades puede no haber un control efectivo (Bunt, 1987).

Aldicarb es eficiente en reducir la población de nemátodos como lo reporta Del Toro *et al.*, (1989) y es uno de los mejores en el control de nemátodos fitoparásitos (Bruna, *et al.*, 1986; Webster, 1972), nemastático sistémico absorbido por las raíces y transportado acropetalamente por la planta, afecta sus hábitos de alimentación y reconocimiento del hospedante y a nivel celular origina una inhibición de las esterasas, cuyo efecto se traduce en un bloqueo de la cadena catabólica asociada al metabolismo de los lípidos lo que resulta en una anómala acumulación de lípidos en el citoplasma (Philippi, 1989), probablemente un factor que puede haber influenciado es la solubilidad de 9 000 ppm, lo que ha limitado la persistencia del producto y permitir la activación del nemátodo por un tiempo prolongado (Philippi, 1989). Aplicaciones foliares de oxamyl, presentaron un efecto sinérgico, con movimiento basipetalo y acropétalo, así como la concentración del producto en la célula y las exudaciones del mismo permite la prolongación del efecto nemastático por un tiempo determinado entre 2 a 6 semanas dependiendo de las características de la planta y del ambiente (Bunt, 1987), los efectos directos del Oxamyl al nemátodo son: reducción de la movilidad, alteración del sistema de osmoregulación, inhibición de la acetil colinesterasa y otras neuroenzimas (Bloomquist, 2003; Canto, M. 1999). Al analizar la aplicación de Hunter + Biobac (Pf/Pi=0,83), se observa que estos productos controlaron 17 % de la Pi, esto probablemente se deba a que Hunter y Biobac presentan características que favorecen el

desarrollo de la planta así como de compuestos y microorganismos que inhiben el desarrollo y multiplicación de los nemátodos (Impagro, 1995; Toledo, 1996; Quispe, 1993).

Maxicrop (extracto de algas) en combinación con Hunter y Biobac (Pf/Pi=0,43) controlaron un 57 % de la Pi, como producto a base de ácidos húmicos solubles, en combinación con extractos de *Ascophyllum nodosum*, que contienen nutrientes naturales, aminoácidos y sustancia promotoras de crecimiento influyen en el desarrollo de la planta (Point del Perú, 1999), asimismo, los ácidos húmicos son compuestos orgánicos con propiedades para reducir la reproducción y desarrollo del nemátodo al incrementar la actividad microbiana del suelo (Rodríguez, M. 1989); por lo tanto son productos que interactúan sinérgicamente en la reducción de la tasa de multiplicación de *D. dipsaci*. La aplicación de oxamyl no logró un buen control (Pf/Pi = 0,82), indicando un comportamiento irregular del producto.

Fenamifos con Hunter y Biobac (Pf/Pi=0.45) presentaron una reducción en 55% de la población inicial. Fenamifos es un órgano fosforado, sistémico (Philippi, 1989) que actuó a nivel de la colinesterasa del nemátodo (Philippi, 1989; Bunt, 1987; Bayer 1996). Empleado para aplicaciones al suelo y al follaje ya que puede moverse basipetalamente, aunque ésta sistematicidad no ha sido probada como efectiva en el control de nemátodos de la raíz (Hague y Gowen, 1987), por otro lado Bunt, 1971, encontró que *D. dipsaci* expuestos por 24 horas a 10 ug/ml en fenamifos se recuperó y su reproducción fue normal (Canto, 1999), aspectos que limitan su eficiencia. Fenamifos con aplicaciones foliares de Hunter + Biobac (Pf/Pi= 0,45), redujo en 55 % la Pi, por sus propiedades anteriormente mencionadas (Impagro, 1995, Toledo, 1996; Quispe, 1993). Asimismo, fenamifos con aplicaciones foliares de oxamyl (Pf/Pi/= 0,67), presentó una reducción de 43 % de la población inicial debido a sus propiedades nemastáticas (Bunt, 1987, Philippi, 1989; Canto 1999).

Bi-O-80 con aplicaciones de oxamyl (Pf/Pi=0,67) presentó una reducción del 43% de la Pi, mientras que con Hunter + Biobac (Pf/Pi=0,75) presentó una reducción de 25% de la Pi, el Bi-O-80 producto concentrado de ácidos húmicos purificados y micronizados (Point Perú, 1999) que interviene elevando la capacidad buffer del suelo (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1987), asimismo, es un bioactivador y activador de la actividad microbiana característica que limita la reproducción y desarrollo de los nemátodos (Impagro, 1995).

Carbofuran F con aplicaciones de oxamyl (Pf/Pi=0,90), presentó un control de 10 % de la Pi, esto quizá sea debido probablemente a su presentación floable, aplicado sobre el 'diente semilla' al momento de la siembra y por las características del suelo (Arena-Franca) y de riego por aspersión influyeron en la efectividad del producto, pero en combinación con

oxamyl dan lugar a un eficiente control (Bunt, 1987, Philippi, 1989; Canto 1999). Aplicado solo ( $Pf/Pi=2,17$ ) y con Hunter + Biobac ( $Pf/Pi=1,78$ ). Casa (1998) reporta que con  $Pf/Pi=1,74$  se logra producir plantas aparentemente sanas, coincidiendo con lo encontrado para el presente experimento.

La respuesta de Biostat es muy variable, en combinación con Hunter y Biobac presentó una  $Pf/Pi=0,92$ , con oxamyl  $Pf/Pi=1,25$  y Biostat solo con una  $Pf/Pi=2,29$ . Lo que indica que Hunter + Biobac controló en un 8% la población inicial, el resto de combinaciones permitieron un incremento de la población. Esto debido a que, para el establecimiento de *Paecilomyces liliacinus* requiere condiciones de pH ácido, agua de riego no duras, y condiciones de temperatura adecuadas (Stirling, 1991, Van Driesche, 1996) condiciones que no se presentaron para el presente trabajo, por otro lado, Hunter libera fenoles en la rizosfera que inhibe el establecimiento y desarrollo del biocontrolador (Impagro, 1995). Asimismo, la respuesta de Biostat solo y en combinación de oxamyl muestran valores superiores a la unidad, ratificando una variabilidad de respuesta como lo reporta (Stirling, 1991; Bedoya, 1999).

Cadusafos solo presentó una  $Pf/Pi= 1,06$ , con aplicaciones de oxamyl una  $Pf/Pi=1,00$ , y con Hunter + Biobac una  $Pf/Pi=2,43$ ; todas las combinaciones presentaron un control comparado con el testigo  $Pf/Pi=4,55$ , lo que permite desarrollar plantas aparentemente sanas y comerciales (Casa, 1998).

Abamectina sola presentó una  $Pf/Pi=1,29$  con Hunter + Biobac presentó  $Pf/Pi=1,27$  y oxamyl muestra una  $Pf/Pi=1,50$ , la abamectina, pesticida de amplio espectro, actúa a nivel sináptica del neurotransmisor (Syngenta 2009; Bloomquist, 2003) paralizando al nemátodo, es sistémico y de movimiento dentro de la planta, se almacena en la vacuola celular, debido a su insolubilidad en el agua y de rápida degradación en el suelo, su potencial como controlador de nemátodos necesita mayor investigación, en diversos ensayos se ha demostrado que la toxicidad por residuos foliares se degrada rápidamente  $TL50 < 4$  horas (Novartis s.f.), por lo tanto, es probable que para las condiciones del presente trabajo sean las limitantes para una buena eficacia del producto.

Los tratamientos con carbofuran G ( $Pf/Pi=1,10$ ), ethoprofos ( $Pf/Pi=1,30$ ), Bi-O-80 ( $Pf/Pi=1,43$ ), Extracto de algas ( $Pf/Pi=1,63$ ) y carbofuran F ( $Pf/Pi=2,17$ ), no muestran un control efectivo de los nemátodos, pero como veremos en el punto siguiente sobre el rendimiento presentan un incremento sobre el testigo (sin aplicación de químicos), es probable que el efecto nemastático sea efectivo en etapas iniciales del cultivo durante el

tiempo de permanencia del producto, posteriormente el nemátodo pudo haber reaccionado incrementando su desarrollo y multiplicación.

#### **D. Rendimiento (t/ha)**

Los rendimientos (t/ha) se presentan en el cuadro 15 y gráfico 3, donde el máximo rendimiento corresponde a carbofuran G + Hunter + Biobac con 6,78 t/ha y menor al testigo (sin aplicación química) con 3,67 t/ha, con un promedio del ensayo de 4,93 t/ha.

El análisis de variancia (ANVA), cuadro 40 del anexo, se determinó que no hay diferencias significativas estadísticas entre los bloques ni entre los tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 39,16%, realizada la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $p < 0,05$ ) se encontró que no hay diferencias estadísticas significativas entre los promedios comprendido entre 6,78 t/ha a 3,90 t/ha, siendo superiores al resto de tratamiento.

Los mejores rendimiento corresponden a carbofuran G + Hunter + Biobac (6,78 t/ha); aldicarb (6,58 t/ha); Bi - O - 80 + Hunter + Biobac (6,54 t/ha), Fenamifos G + Oxamyl (6,47 t/ha), ethoprofos + Hunter + Biobac (6,28 t/ha), aldicarb + oxamyl (6,22 t/ha).

Carbofuran presentó el mejor rendimiento combinado con la acción de Hunter y Biobac, demostraron tener un control eficiente de *D. dipsaci* (Del Toro, *et al.*, 1989), coincidiendo con Vega *et al.*, (1982) y Bruna *et al.*, (1986), las aplicaciones foliares de Hunter contribuye en el metabolismo de la planta siendo esta más eficiente (Impagro, 1995; Quispe, 1993) así como participa en la producción de compuestos liberados en la rizosfera que inhiben el desarrollo de nemátodos (Impagro, 1995; Toledo, 1996). El biobac es reportado como un bioactivador con presencia de reguladores de crecimiento, micronutrientes, vitaminas, enzimas, aminoácidos, betainas y microorganismos benéficos que son llevados en un medio de ácido humico (12 %) esto le confiere buenas características para que la planta desarrolle y escape al daño de *Ditylenchus* y sus microorganismos actúen inhibiendo el desarrollo del hongo, así como el efecto del ácido humico que favorece el desarrollo de microorganismos antagónicos al nemátodo (Impagro, 1995; Rodríguez 1989). Aplicaciones de oxamyl, lograron mantener rendimientos comerciales, así mismo, tiene respuesta en el crecimiento y desarrollo del cultivo permitiendo llegar a facilitar la producción (Quispe, 1993)

**Cuadro 18. Cuadro de doble entrada en rendimiento (t/ha) de ajo con aplicaciones de productos nematódicos al suelo y follaje para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	Aplicaciones foliares			Promedio
	Sin aplicación	2 Aplicaciones Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5 ‰	2 Aplicaciones oxamyl 24 L 5‰	
carbofuran 5G 50 kg/ha	4,78 ab	6,78 a	5,30 ab	5,62
aldicarb 20 kg/ha	5,47 ab	6,58 ab	6,22 ab	6,09
carbofuran 4F 2L/ha	3,90 ab	4,14 ab	5,08 ab	4,37
fenamifos 10 G 25 kg/ha	4,25 ab	5,61 ab	6,47 ab	5,44
ethoprofos 15G 35 kg/ha	5,36 ab	6,28 ab	5,67 ab	5,77
Extracto de algas 2.5 ‰	3,90 ab	4,81 ab	5,58 ab	4,76
abamectina 1 L/ha	4,00 ab	4,33 ab	4,97 ab	4,43
cadusafos 30 kg/ha	3,72 b	4,31 ab	4,22 ab	4,08
Biostat 100g/200L	3,86 ab	4,00 ab	3,64 b	3,83
Bi – O – 80 100 kg/ha	5,97 ab	6,54 ab	5,03 ab	5,85
Basamid G 200 kg/ha	4,50 ab			4,50
Sin tratamiento químico	3,67			3,67
Promedio	4,45	5,34	5,22	4,97

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa (Duncan  $p < 0,05$ )

Aldicarb con aplicaciones de Hunter + Biobac (6,58 t/ha), fue eficiente en el control de *D. dipsaci*, resultado que coincide con los trabajos realizados por del Toro entre 1980 a 1988 que ha dosis de 3 kg de i.a./ha se comporta significativamente mejor de a dosis de 2 kg de i.a./ha, no recomienda reducir la dosis de Aldicarb para controlar *D. dipsaci* en dientes de ajo (Del toro *et al.*, 1989; Vega *et al.*, 1982), igual resultado lo obtuvo Bruna *et al.*, (1986), en la estación La Platina durante 1982 a 1985 y a dosis de 20 kg/ha, la eficiencia del aldicarb radica en sus características físico químicas y de acción nematostática (Bruna *et al.*, 1986; Webster, 1972; Philippi, 1989), así como su persistencia en suelo llegando hasta 150 días (Philippi, 1989). Las aplicaciones de oxamyl, también obtuvieron rendimientos comerciales (6,22 t/ha), debido a sus características nematostáticas y promotoras de crecimiento y desarrollo.

Bi–O–80, producto biológico que sobresale debido a sus características como reservorio de nutrientes, bioactivador, incrementando la masa radicular, mejora las propiedades físico – químicas del suelo y permite incrementar la eficiencia de los fertilizantes químicos, por otro lado permite el desarrollo de microorganismos que actúan limitando el desarrollo de

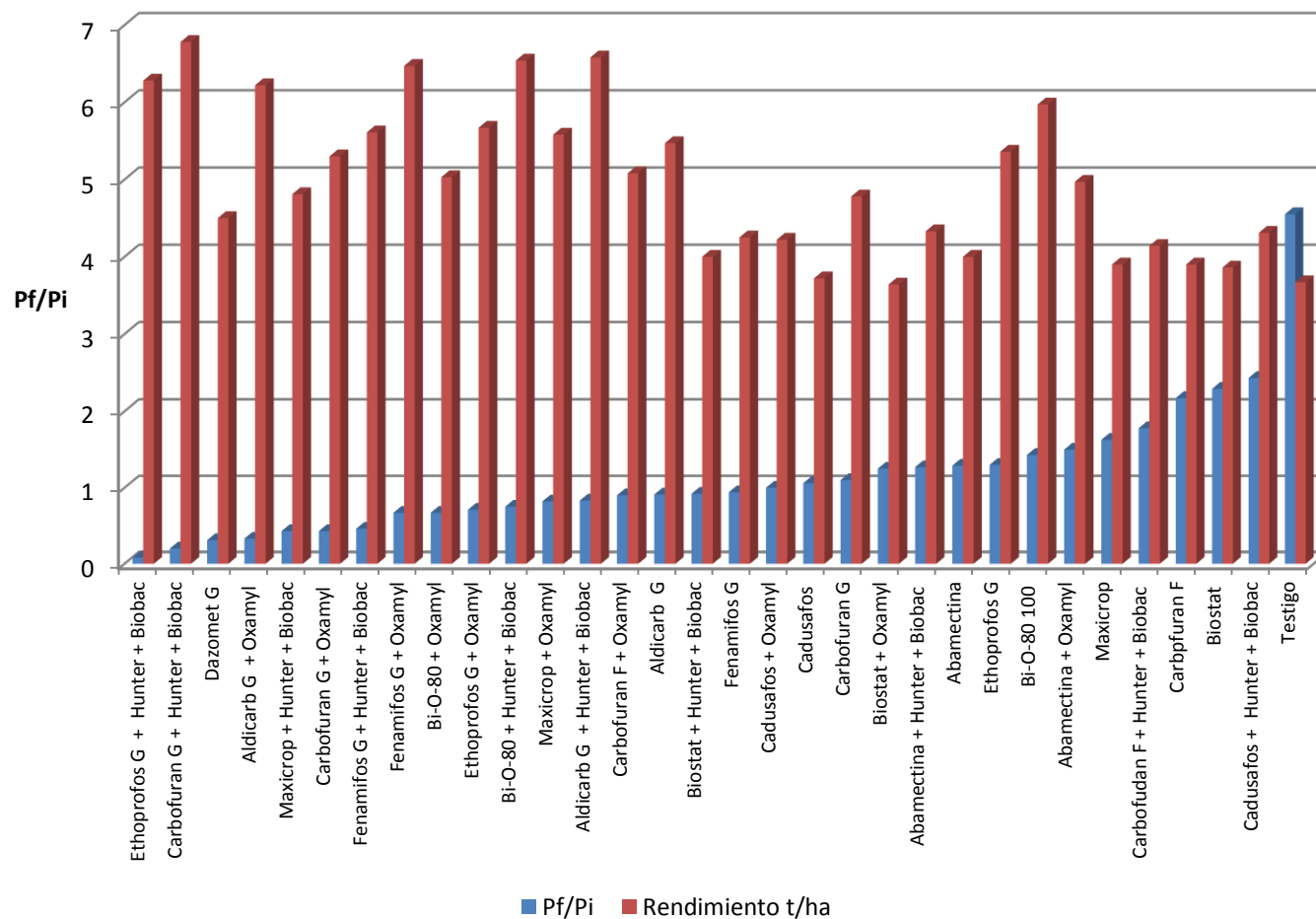
nemátodos (Point del Perú, 1999; Rodríguez-Kabana, 1991. En combinación de Hunter y Biobac presentaron un sinergismo favoreciendo por una lado el crecimiento y desarrollo del cultivo (Toledo, 1996; Quispe, 1993) así como limitan el desarrollo y multiplicación del nematodo (Impagro, 1995), factores que inrteraccionan dando como resultado final un incremento en el rendimiento. Las aplicaciones de oxamyl, lograron rendimiento comercial (5,03 t/ha) debido a las características inherentes descritas anteriormente.

Fenamifos (4,25 t/ha), con aplicaciones de Hunter + Biobac (5,61 t/ha) y oxamyl (6,47 t/ha) presentan un control obteniendo bulbos aparentemente sanos y comerciales, Hunter + Biobac ratifican sus propiedades de control y favoreciendo el comportamiento del cultivo (Impagro, 1995; Toledo, 1996; Quispe, 1993). Oxamyl elevo el rendimiento, manteniendo el control del nemátodo (Robert y Greathead, 1986).

Ethoprofos (5.36 t/ha), con aplicaciones de Hunter + Biobac (6,28 t/ha) y oxamyl (5,67 t/ha), ethoprofos es reportado como ligeramente toxico, pero el cultivo se normaliza posteriormente (Robert y Greathead, 1986), esto se verifica por la reducción del Pf/Pi= 0,08. Las aplicaciones complementarias permitieron controlar el nemátodo y llegar a producciones comerciales.

Dazomet presentó un buen control del nemátodo (Pf/Pi=0,31), reduciendo la Pi en 69 %, pero logra un rendimiento de 4,50 t/ha de bulbo comercial, este tratamiento debido a sus características fumigantes es probable que se mantuviera en la fracción aérea del suelo lo que provoco un efecto toxico para las primeras etapas del cultivo, presentando una emergencia desigual con hojas fueros coriáceas y dobladas (Spurr, 1985; Wrigth, 1981; Certis, 2006; BASF, 1998).

Los demás tratamientos carbofuran 4F, Extracto de algas, abamectina, cadusafos y Biostat lograron reducir las poblaciones en las Pf/Pi, con rendimientos comerciales pero inferiores a los anteriormente descritos, las respuestas son irregulares y seria conveniente corroborarlo con otros trabajos.



**Gráfico 3. Reproducción (Pf/Pi) de *Ditylenchus dipsaci* en ajo y rendimiento (t/ha), con aplicaciones de productos nematocíticos al suelo y follaje para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**



## 4.2. CONTROL FÍSICO

### 4.2.1. TERMOTERAPIA POR GRADO MAS INMERSIÓN QUÍMICA

#### A. Poblacion Inicial (Pi)

En los cuadros 19 y 20 se presentan los resultados de Pi, se aprecia que las poblaciones fluctúan para grado 1 sin tratamiento (Pi=68) a Grado 5 con Hunter+Biobac (Pi=17 457), los promedios para cada grado son: grado 1 (Pi=102,7); grado 2 (Pi=517,7); grado 3 (Pi=2 159,7); grado 4 (Pi=5 595) y grado 5 (Pi=13 820,7)

**Cuadro 19. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo para termoterapia y productos nematocínicos a ‘diente semilla’ para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Termoterapia	Reproducción del nemátodo		
	Pi	Pf	Pf/Pi
Grado 1+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5‰	170 a	8 a	0,05 a
Grado 2+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5‰	687 a	52 a b	0,07 a
Grado 1+ Benlate 2‰	70 a	7 a	0,10 a b
Grado 2+ Benlate‰	452 a	43 a b	0,10 a b c
Grado 1 testigo	68 a	8 a	0,11 a b c
Grado 3+ Benlate 2‰	2 931 a b	366 a b c	0,12 a b c
Grado 3+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5‰	1 220 a	145 a b c	0,12 a b c
Grado 4+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5‰	6 739 a b	794 c d	0,12 a b c
Grado 4+ Benlate 2‰	3 957 a b	526 b c	0,13 a b c
Grado 3 testigo	2 328 a b	319 a b c	0,14 a b c
Grado 4 testigo	6 089 a b	883 c d	0,14 a b c
Grado 2 testigo	414 a	68 a b	0,16 a b c
Grado 5+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5 ‰	17 457 d	2 976 d e	0,17 b c
Grado 5+ Benlate 2‰	14 766 c d	2 745 e	0,19 b c
Grado 5 testigo	9 239 b c d	1 894 d e	0,20 c
Promedio	4 439	648	0,13
C.V.	47,39%	51,85%	45,89%

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa (Duncan  $p < 0,05$ )

Realizado el ANVA, cuadro 41 del anexo, elaborado con datos transformados a  $\sqrt{x + 1}$ , se encontró diferencias altamente significativas para los tratamientos ( $p < 0,01$ ), con un coeficiente de variabilidad de 47,39 %, realizada la prueba de significación de Duncan ( $p < 0,05$ ) se encontró que existen diferencias significativas entre las poblaciones iniciales, no encontrándose diferencias entra las poblaciones para los grados 1 y 2, con sus respectivas combinaciones, Grado 1 (Pi=103); Grado 2 (Pi=518); Grado 3 (Pi=2 160); Grado 4

( $P_i=5\ 595$ ) y Grado 5 ( $P_i=13\ 821$ ), superan las poblaciones que causan daño al cultivo, Casa (1998) determinó que el daño económico para *D. dipsaci* es de 3 ind/5 g de tejido, indicando que con poblaciones entre 0 a 3 el daño es leve, produciendo la formación de bulbo comercial; mientras que poblaciones superiores a 3 individuos hay presencia de daño económico debido a la reducción y falta de formación de bulbo.

**Cuadro 20. Cuadro de doble entrada para  $P_i$  en número de ind/5 g de tejido en ajo con termoterapia por grado de daño más inmersión en productos nematódicos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

'Diente de ajo' con diferente grado de daño	Con aplicación Hunter+Biobac	Con aplicación Benlate	Sin aplicación	Promedio de grado
Grado 1	170	70	68	102,7
Grado 2	687	452	414	517,7
Grado 3	1 220	2 931	2 328	2 159,7
Grado 4	6 739	3 957	6 089	5 595,0
Grado 5	17 457	14 766	9 239	13 820,7
Promedio de aplicación	5 254,6	4 435,2	3 627,6	

### B. Poblacion Final (Pf)

En los cuadros 19 y 21 se presentan los resultados de  $P_f$ , se encontró que las poblaciones fluctúan para grado 1 + Benlate ( $P_f=7$ ) a Grado 5 con Benlate + Biobac ( $P_f=2\ 976$ ), los promedios para cada grado fueron: grado 1 ( $P_f=8$ ); grado 2 ( $P_f=54$ ); grado 3 ( $P_f=277$ ); grado 4 ( $P_f=734$ ) y grado 5 ( $P_f=2\ 538$ )

Realizado el ANVA, cuadro 42 del anexo, con datos transformados a  $\sqrt{x + 10}$ , se encontró diferencias altamente significativas para los tratamientos ( $p < 0,01$ ), con un coeficiente de variabilidad de 51,85 %, realizada la prueba de significación de Duncan ( $p < 0,05$ ) se encontró que existen diferencias significativas entre las  $P_f$ , el Grado 1 con sus respectivas combinaciones fue superior en control al resto de tratamientos. En el cuadro de doble entrada se presenta los promedios de Grado 1 ( $P_f=8$ ); Grado 2 ( $P_f=54$ ); Grado 3 ( $P_f=277$ ); Grado 4 ( $P_f=734$ ) y Grado 5 ( $P_f=2\ 538$ ), todos los valores superan los reportados por Casa (1998); Del Toro (1989) y Carbonell (1990). Aunque la termoterapia realizada en el Grado 1 presentan valores que según Casa (1998) provocarían reducción de la producción, el daño no sería tan severo que lo presentado por los demás grados en estudio.

Analizando los resultados se encuentra que no existe diferencias en los resultados con aplicaciones de Hunter + Biobac así como de Benlate, y las poblaciones encontradas permitirían que el cultivo se establezca con bajo riesgo en la reducción de la producción (Casa, 1998). Si bien Roberts y Matthews (1995) sugiere que el empleo de aditivos adicionales mejoraría el control del nemátodo, para el presente trabajo no se observa una respuesta relevante. Probablemente las condiciones de precalentamiento a temperatura entre 38 a 42 °C seguido de un calentamiento de muerte entre 48 a 50 °C en la cual se adiciono cloro al 1%, han permitido un control del nemátodo como lo reporta Zumaran y Delgado (1995); Jhonson y Lear, 1965; Lear y Jhonson, 1962; Quiu *et al.*, 1993; Nieto, 1986)

**Cuadro 21. Cuadro de doble entrada para Pf en número de ind/5 g de tejido en ajo con termoterapia por grado de daño mas inmersión en productos nematotoxicos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

‘Diente de ajo’ con diferente grado de daño	Con aplicación Hunter+Biobac	Con aplicación Benlate	Sin aplicación	Promedio de grado
Grado 1	8	7	8	7,7
Grado 2	52	43	68	54,3
Grado 3	145	366	319	276,7
Grado 4	794	526	883	734,3
Grado 5	2 976	2 745	1 894	2 538,3
Promedio de aplicación	795	737,4	646,4	

Las aplicaciones de Hunter y Biobac, debido a sus características resultarían beneficiosas para los primeros estadios del cultivo, asimismo la aplicación de Benlate es reportado que tiene un efecto nemastático (Canto, 1999), pero Roberts y Matthews (1995), indican que es un producto para esterilizar las superficies y minimizar la contaminación de otros microorganismos.

### C. Pf/Pi

En los cuadros 19, 22 y gráfico 4, se presentan los resultados de Pf/Pi, se encontró que las poblaciones fluctúan para grado 1 Hunter + Biobac (Pf/Pi=0,05) a Grado 5 sin aplicación (Pf/Pi=0,20), los resultados controlaron entre 95 a 80 % la Pi.

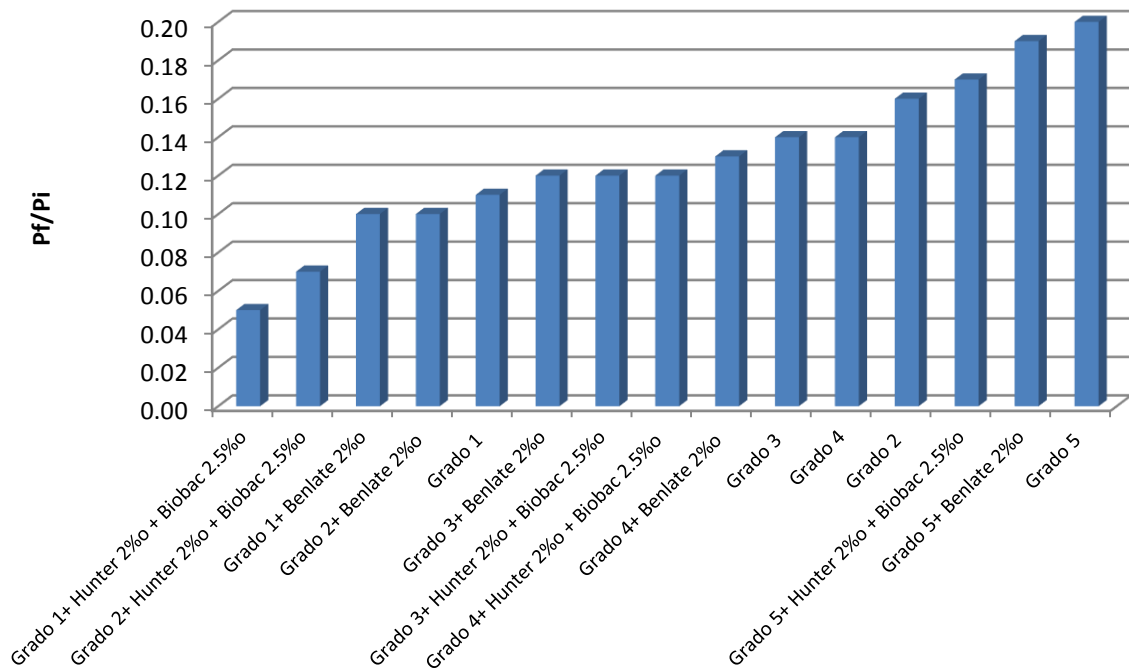
Realizado el ANVA, cuadro 43 del anexo, se encontró diferencias significativas para los tratamientos ( $p < 0,05$ ), con un coeficiente de variabilidad de 45,89 %, realizada la prueba

de significación de Duncan ( $p < 0,05$ ) existen diferencias significativas entre las Pf/Pi calculadas, por otro lado, el Grado 1 con Hunter+Biobac (Pf/Pi=0,05); Grado 2 con Hunter + Biobac (Pf/Pi=0,07); Grado 1 + Benlate (Pf/Pi=0,10) y Grado 2 + Benlate (Pf/Pi=0,10) no presentaron diferencias estadísticas y controlaron entre 95 a 90 % a *Ditylenchus dipsaci* siendo superiores al resto de tratamiento en estudio.

**Cuadro 22. Cuadro de doble entrada para Pf/Pi en número de ind/5 g de tejido en ajo con termoterapia por grado de daño más inmersión en productos nematódicos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

‘Diente de ajo’ con diferente grado de daño	Con aplicación Hunter+Biobac	Con aplicación Benlate	Sin aplicación	Promedio de grado
Grado 1	0,05	0,10	0,11	0,09
Grado 2	0,07	0,10	0,16	0,11
Grado 3	0,12	0,12	0,14	0,13
Grado 4	0,12	0,13	0,14	0,13
Grado 5	0,17	0,19	0,20	0,19
Promedio de aplicaciones	0,11	0,13	0,15	

Todas Pf/Pi son inferiores a lo reportado por Casa (1998) y Quispe (1993), lo cual alteraría la dinámica poblacional del nemátodo antes de la instalación del cultivo. Si bien todos los valores fueron inferiores a Pf/Pi=1, se debe resaltar que la termoterapia es un eficiente método de control físico, pero se debe considerar para el éxito del método se debe al tener cuidado en manejar las temperaturas de activación y muerte, siendo 49 °C la temperatura reportada por Roberts y Matthews (1995) como la temperatura que provoca daños al diente semilla y temperaturas superiores son dañinas y alteran el brotamiento (Jhonson y Roberts, 1994; Jhonson y Lear, 1965 y Roberts y Mathews, 1995); por otro lado el IVD (Stahlschmidt, 1989) deben superar el 70% y el lavado con agua de los inhibidores puede ayudar a remover los inhibidores y favorecer el brotamiento, pero la temperatura de remojo, así como, el tiempo del mismo en agua caliente afectaría la actividad de los promotores de crecimiento y su respuesta en la activación del brotamiento, de ahí que, como lo reporta Roberts y Mathews (1995) temperaturas mayores retrasan el brotamiento de los dientes semillas, debido a que el ajo es dañado a exposiciones de pocos minutos a dicha temperatura (Jhonson y Roberts, 1994; Jhonson y Lear, 1965).



**Gráfico 4. Reproducción (Pf/Pi) en número de individuos/5 g de tejido en *Ditylenchus dipsaci*, con termoterapia por grado de daño mas inmersión en productos nematotoxicos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. 1999 -2001.**

La aplicación de Hunter + Biobac para grado 1 (Pf/Pi=0,05) y grado 2 (Pf/Pi=0,07), presentaron una ligera diferencia a las aplicaciones de Benlate para ambos grados (Pf/Pi=0,10), como se muestra en el cuadro 24, quizá, las características del Hunter promueve que la fracción glucósido se hidrolice a fenoles que matan a los nemátodos, a la vez los derivados de ácidos nucleicos activan a las cianobacteria naturales a liberar etileno y sulfuro de hidrógeno que también son tóxicos para los nemátodos (Impagro, 1995), y Biobac se basa en la actividad de microorganismos atrapadores de nemátodos, incrementando la población de la rizosfera y es considerado como un buen activador biológico por la presencia de hormonas y promotores de crecimiento (Impagro, 1995). Se desprende que su respuesta sería evidente en los primeros estadios de crecimiento del cultivo.

### 4.3. CONTROL BIOLÓGICO

#### 4.3.1. INMERSIÓN EN MACERADOS DE AJO

Los resultados de inmersión en macerados de ajo a 25%, 50% y 75 % de concentración de los cultivares ‘Napurí’, ‘Morado Arequipeño’ y ‘Barranquino’ por un intervalo de 24 horas se presentan en los cuadros 25,26, 27, 28 y gráficos 5, 6.

#### A. Población inicial (Pi)

Los resultados de la Pi se presentan en los cuadros 23 y 24, los valores de Pi fluctúan entre 5 621 a 19 596 ind/5 g de tejido con un promedio de 10 985 ind/ g de tejido, datos presentados en el cuadro 23. En el cuadro 24 de doble entrada se observa los promedio de poblaciones para la aplicación del macerado por cultivares y concentraciones, presentando un rango de 7 435 a 15 403 ind/5 g de tejido.

**Cuadro 23. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo tratado con macerados de ajo cv. ‘Napurí’, ‘Morado Arequipeño’ y ‘Barranquino’ para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Macerado de culyivares de ajo	Pi	Pf	Pf/Pi
75 % macerado Morado Arequipeño/24 h	13 033 a b	37 a	0,003 a
75 % macerado Napurí/24 horas	13 579 a b	96 a	0,007 a
50 % macerado Morado Arequipeño/24 h	18 429 b	160 a	0,009 a
50 % macerado Napurí/24 h	8 140 a	83 a	0,010 a
75 % macerado Barranquino/24 h	19 596 a b	43 a	0,012 a
25 % macerado Morado Arequipeño/24 h	5 621 a	85 a	0,015 a
50 % macerado Barranquino/24 h	8 652 a b	155 a	0,018 a
25 % macerado Napurí/24 horas	10 057 a b	198 a	0,020 a
25 % macerado Barranquino/24 horas	6 626 a	231 a	0,035 a
Testigo	6 120 a	2 520 b	0,415 b
Promedio	10 985	381	0,054
C.V.	31,19%	27,39%	14,69

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa (Duncan  $p < 0,05$ )

Realizado el ANVA , con datos transformados a  $\sqrt{x + 1}$ , cuadro 44 del anexo, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y presentó un coeficiente de variabilidad de 31,19 %. La prueba de comparación múltiple de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ) dio como resultado que no existen diferencias estadísticas significativas entre la  $P_i = 5\ 621$  a  $P_i = 18\ 429$ . Los datos obtenidos demuestran que la población del tejido es muy

heterogénea, valores que coinciden con los reportados por Carbonell (1990), que indica que bulbos de ajo cv. ‘napuri’ pueden sobrepasar los 26 000 ind/5g de tejido en bulbos procedentes del valle de Tambo, así como los valores reportados por Casa (1998) donde indica que los bulbos pueden presentar valores en un rango de 5 a 25 000 ind/5 g de tejido, asimismo, estos valores superan los límites encontrados por Casa (1998) y pueden provocar reducción del rendimiento y calidad de bulbo.

**Cuadro 24. Cuadro de doble entrada Pi ind/5 g de tejido en ajo tratado con macerados de ajo para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Cultivares de ajo	Porcentaje de macerado			Promedio de cultivares
	25 %	50 %	75 %	
Morado Arequipeño	5 621	18 429	13 033	12 361
Napuri	10 057	8 140	13 579	10 592
Barranquino	6 626	8 652	19 596	11 625
Testigo: 6120	-	-	-	-
Promedio de macerados	7 435	11 740	15 403	

**B. Población final (Pf)**

En los cuadros 23 y 25 se presentan los resultados de Pf obtenidas después del tratamiento con inmersión por 24 horas en los macerados de ajo, los valores son muy heterogéneos y fluctuaron para macerado 75 % ‘Morado arequipeño’ (Pf=37) y sin macerado (Pf=2 520), con un promedio de 381 ind/5 g de tejido.

Realizado el análisis de variancia, con datos transformados a  $\sqrt{x + 100}$ , cuadro 45 del anexo, se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre los tratamientos en estudio, con un coeficiente de variabilidad de 27,39 %. Realizada la prueba de comparación múltiple de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ) se determinó que entre los tratamientos con macerados no difieren estadísticamente, desde macerado 75 % ‘Morado arequipeño’ (Pf= 37) a 75 % ‘Barranquino’ (Pf=243), pero los valores fueron inferiores al testigo (Pf=2 520).

**Cuadro 25. Cuadro de doble entrada Pf (ind/5 g de tejido) en ajo tratado con macerados de ajo para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Cultivares de ajo	Porcentaje de macerado			Promedio de cultivares
	25 %	50 %	75 %	
Ajo morado	85	160	37	94
Ajo Napuri	198	83	96	126
Ajo Barranquino	231	155	243	210
Testigo: 2 520				
Promedio de macerados	171	133	125	

### C. Pf/Pi

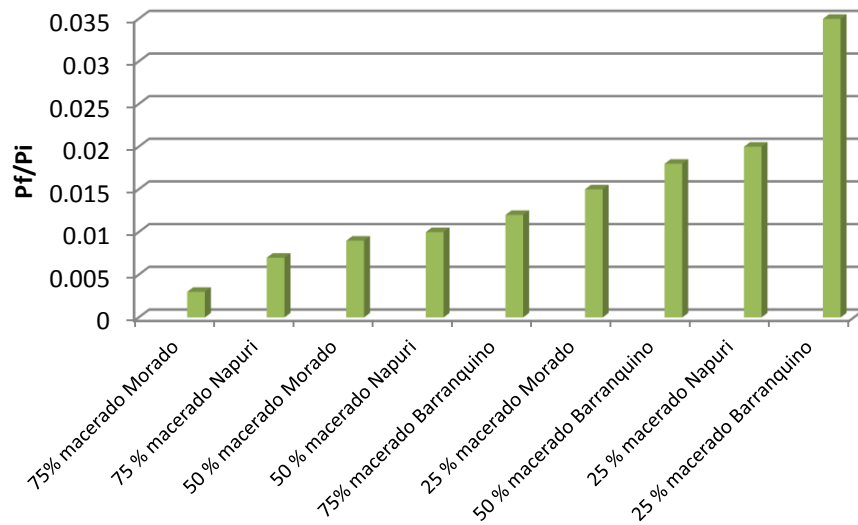
Los cuadros 23, 26 y gráficos 5, 6; se presentan la Pf/Pi los valores encontrados fluctuaron entre 0,003 a 0,415 con un promedio de 0,054 para el presente ensayo, los promedios de los tratamientos presentaron como valor mínimo de 0,003 para 75 % macerado Morado/ 24 horas y el máximo para el testigo con 0,415.

Realizado el análisis de variancia con datos transformados a  $\sqrt{x + 0,1}$ , cuadro 46 del anexo, se encontró diferencias altamente estadísticas ( $p < 0,01$ ), con un coeficiente de variabilidad de 14,69 %. Realizada la prueba de comparación múltiple de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ) se determinó que no existen diferencias para todos los tratamientos con macerado de ajo, siendo superiores al control sin aplicación.

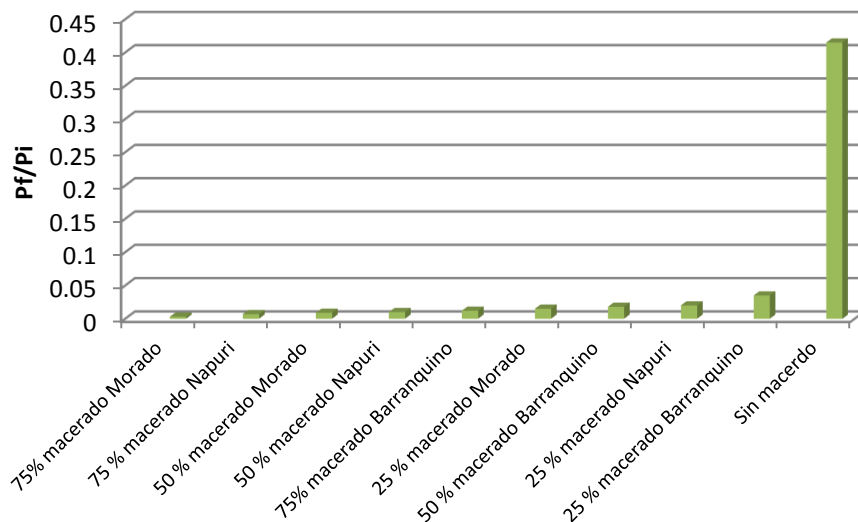
**Cuadro 26. Cuadro de doble entrada Pf/Pi con macerados de ajo cv. ‘Napuri’, ‘Morado arequipeño’ y ‘Barranquino’ para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci*. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Cultivares de ajo	Porcentaje de macerado			Promedio de cultivares
	25 %	50 %	75 %	
Ajo morado	0,015	0,009	0,003	0,009
Ajo Napuri	0,020	0,010	0,007	0,012
Ajo Barranquino	0,035	0,018	0,012	0,022
Testigo: 0.415	-	-	-	
Promedio de macerados	0,023	0,012	0,007	





**Gráfico 5. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* (Pf/Pi), sin testigo en ajo tratado con macerados de ajo cv. ‘Napuri’, ‘Morado Arequipeño’ y ‘Barranquino’ para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 – 2001.**



**Gráfico 6. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* (Pf/Pi), con testigo en ajo tratado con macerados de ajo cv. ‘Napuri’, ‘Morado arequipeño’ y ‘Barranquino’ para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

La alicina (2-propentiosulfonato de Alillo) es un compuesto que presenta propiedades: antibiótico, amebicida, antibacterial, antifungico, vermícida, larvívica, insectívica, diurético, etc. y es la sustancia responsable del olor del ajo, un bulbo no huele o huele muy poco hasta que no se corta o machaca (Block, 1985). El contenido de alicina es variable según el cultivar Tamo (1993), encontró que el cv. ‘Morado arequipeño’ presenta mayor contenido que el cv. ‘Napuri’, no se tiene reporte de alicina para el cv. ‘Barranquino’; pero este cultivar presenta menor pungencia que el ‘Morado’ y ‘Napuri’. Los resultados presentados en el cuadro de doble entrada, el mejor control es para 75 % de macerado con el cv. ‘Morado arequipeño’, ratificando lo reportado por Quispe (1993); Bruna *et al.*, (1986); Del Toro (1989), por las características biocidas de la alicina tal como lo indica Tamo (1993), asimismo se desconoce el mecanismo de acción de la alicina sobre *Ditylenchus dipsaci*.

#### **4.3.2. PRUEBA CRUZADA DE OOSTEMBRINK (ROTACIÓN DE CULTIVOS)**

Para este experimento se empleo el método de cuadrado de Oostembrink, como se indico en la metodología, se empleo una primera campaña con ‘diente semilla’ infestado en suelo sano, posteriormente se empleo una siembra en horizontal de los siguientes cultivos: cebolla, lechuga, ajo, tomate, papa, alverja, camote, maíz, kiwicha y avena. Posteriormente se instalo los mismos cultivos pero en sentido vertical, se evaluó la  $P_i$ ,  $P_f$ ,  $P_f/P_i$ , antes y después de cada siembra. Los resultados se presenta en los cuadros 29, 30 y gráficos 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, los datos reportados presenta una gran variabilidad para las tres campañas.

En el cuadro 29 se presenta las combinaciones que presentaron una  $P_f/P_i=0$  al final de la tercera campaña, para evaluar la eficiencia de hospedantes uno de los criterios adecuados es de terminar la tasa de reproducción o relación  $P_f/P_i$ , según Canto (1989); indica que una  $P_f/P_i \leq 1$  la planta no es hospedante eficiente, si la  $P_f/P_i > 1$  la planta es un hospedante eficiente.

Para la primera campaña después de la instalación de cultivo de ajo infestado con *Ditylenchus dipsaci* las  $P_f$  fluctuaron entre 2 y 48 valores que aseguran la presencia del nemátodo así como su infestación y daño a cultivos susceptibles.

Para la segunda campaña, todos los cultivos presentaron valores inferiores de  $P_f/P_i < 1$ ; destacando para tomate la  $P_f/P_i = 1; 0,67; 0,60; 0,00$ ; para papa  $P_f/P_i = 0,71; 0,33; 0,33$ ; para

lechuga Pf/Pi= 0,67; 0,60; 0,40; 0,14; 0,00; para kiwicha Pf/Pi= 0,33; 0,33; 0,30; 0,14; para camote Pf/Pi= 0,33; 0,12; para alverja Pf/Pi= 0,25; 0,20; para maíz Pf/Pi= 0,22; 0,20 y avena Pf/Pi= 0,25; 0,23; 0,20; 0,07; 0,00. Los datos reportan en orden de merito que los cultivos no eficientes para *Ditylenchus dipsaci* son tomate, papa, lechuga, kiwicha, camote, alverja, maíz y avena coincidiendo con lo reportado de Del Toro (1989), Nickle (1991) y Nieto (1986). Asimismo, la cebolla y ajo fueron hospedantes eficientes, Del Toro (1989)

Para la tercera campaña los valores de Pf/Pi= 0, comportándose como cultivos que limitan el desarrollo de *Ditylenchus dipsaci* para los cultivos anteriores, presentando las mayores frecuencias : maíz (47,4 %), avena (31,6 %), camote (21,1%), kiwicha (15,8%), papa (15,8), alverja (10,5 %) y tomate (10,5%), estos datos nos permiten establecer que maíz y avena son resistentes; camote, kiwicha, papa, alverja y tomate pueden considerarse como medianamente resistentes para el control de *D. dipsaci*; ratificando con lo reportado por Del Toro (1989), Nickle (1991) y Nieto (1986).

Las rotaciones que lograron una Pf/Pi  $\leq$  0 al final de la tercera campaña y que se comportan como hospedantes resistentes a *D. dipsaci*: Ajo-alverja- maíz (Pf/Pi= 0,20); Ajo-maíz- maíz (Pf/Pi= 0,20); Ajo-avena- alverja (Pf/Pi= 0,20); Ajo-lechuga- maíz (Pf/Pi= 0,14); Ajo-kiwicha- tomate (Pf/Pi= 0,14); Ajo-camote- avena (Pf/Pi= 0,12); Ajo-avena- tomate (Pf/Pi= 0,07); Ajo-avena- kiwicha (Pf/Pi= 0); Ajo-tomate- papa (Pf/Pi= 0); Ajo-avena- avena (Pf/Pi= 0); Ajo lechuga- camote (Pf/Pi= 0).

**Cuadro 27. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci*, para las mejores rotaciones en la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Rotación de cultivos	Reproducción del nematodo					
	Pf 1*	Pf/Pi 1	Pf 2*	Pf/Pi 2	Pf 3*	Pf/Pi 3
Ajo-tomate- camote	2	2	2	1,00	0	0,00
Ajo-papa- maíz	7	7	5	0,71	0	0,00
Ajo lechuga- avena	6	6	4	0,67	0	0,00
Ajo-tomate- avena	3	3	2	0,67	0	0,00
Ajo lechuga- kiwicha	5	5	3	0,60	0	0,00
Ajo-tomate- maíz	5	5	3	0,60	0	0,00
Ajo-cebolla-avena	45	45	23	0,51	0	0,00
Ajo lechuga- papa	5	5	2	0,40	0	0,00
Ajo-papa- avena	21	21	7	0,33	0	0,00
Ajo-kiwicha- kiwicha	9	9	3	0,33	0	0,00
Ajo-camote- maíz	9	9	3	0,33	0	0,00
Ajo-papa- alverja	6	6	2	0,33	0	0,00
Ajo-kiwicha-cebolla	3	3	1	0,33	0	0,00
Ajo-kiwicha- maíz	23	23	7	0,30	0	0,00
Ajo-avena- maíz	8	8	2	0,25	0	0,00
Ajo-alverja- camote	4	4	1	0,25	0	0,00
Ajo-avena- papa	26	26	6	0,23	0	0,00
Ajo-maiz- camote	9	9	2	0,22	0	0,00
Ajo-alverja- maíz	25	25	5	0,20	0	0,00
Ajo-maiz- maíz	5	5	1	0,20	0	0,00
Ajo-avena- alverja	10	10	2	0,20	0	0,00
Ajo lechuga- maíz	7	7	1	0,14	0	0,00
Ajo-kiwicha- tomate	7	7	1	0,14	0	0,00
Ajo-camote- avena	17	17	2	0,12	0	0,00
Ajo-avena- tomate	14	14	1	0,07	0	0,00
Ajo-avena- kiwicha	5	5	0	0,00	1	0,00
Ajo-tomate- papa	2	2	0	0,00	1	0,00
Ajo-avena- cebolla	4	4	0	0,00	1	0,00
Ajo-avena- avena	3	3	0	0,00	0	0,00
Ajo lechuga- camote	2	2	0	0,00	0	0,00

\*1 Primera campaña

\*2 Segunda campaña

\*3 Tercera campaña

**Cuadro 28. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci*, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

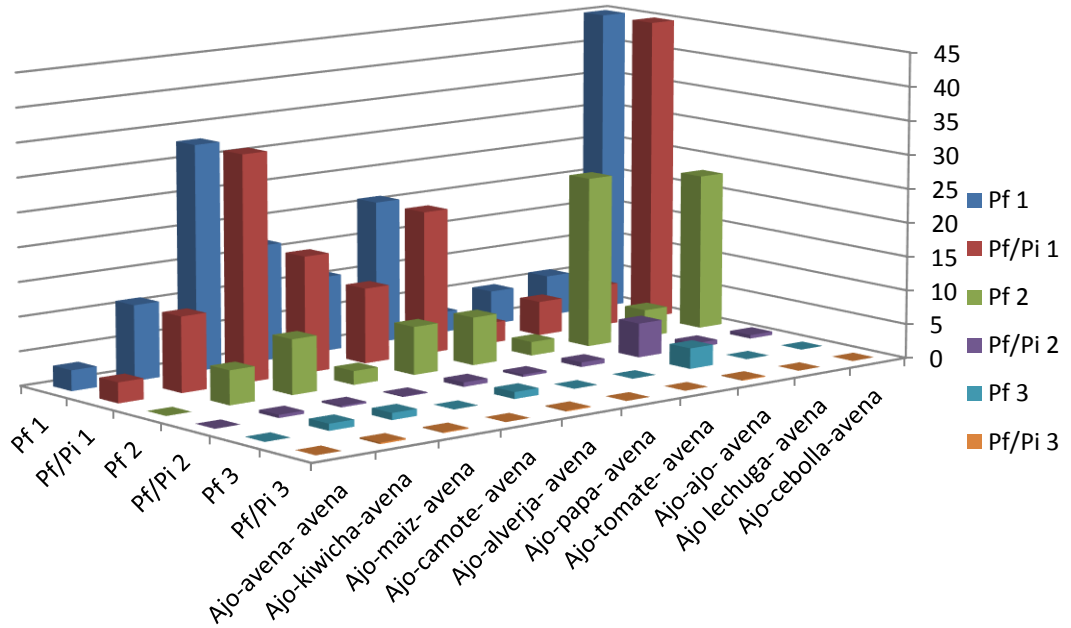
	Pf 1	Pf/Pi 1	Pf 2	Pf/Pi 2	Pf 3	Pf/Pi 3
Ajo-cebolla-avena	45	45	23	0,51	0	0,00
Ajo lechuga- avena	6	6	4	0,67	0	0,00
Ajo-ajo- avena	5	5	25	5,00	3	0,12
Ajo-tomate- avena	3	3	2	0,67	0	0,00
Ajo-papa- avena	21	21	7	0,33	0	0,00
Ajo-alverja- avena	11	11	7	0,64	1	0,14
Ajo-camote- avena	17	17	2	0,12	0	0,00
Ajo-maiz- avena	33	33	8	0,24	1	0,13
Ajo-kiwicha-avena	11	11	5	0,45	1	0,20
Ajo-avena- avena	3	3	0	0,00	0	0,00
Ajo-cebolla-kiwicha	14	14	9	0,64	3	0,33
Ajo lechuga- kiwicha	5	5	3	0,60	0	0,00
Ajo-ajo- kiwicha	4	4	17	4,25	4	0,24
Ajo-tomate- kiwicha	11	11	6	0,55	1	0,17
Ajo-papa- kiwicha	43	43	17	0,40	4	0,24
Ajo-alverja- kiwicha	35	35	11	0,31	1	0,09
Ajo-camote- kiwicha	5	5	1	0,20	2	2,00
Ajo-maiz- kiwicha	23	23	6	0,26	1	0,17
Ajo-kiwicha- kiwicha	9	9	3	0,33	0	0,00
Ajo-avena- kiwicha	5	5	0	0,00	1	0,00
Ajo-cebolla-maíz	9	9	4	0,44	1	0,25
Ajo lechuga- maíz	7	7	1	0,14	0	0,00
Ajo-ajo- maíz	5	5	21	4,20	3	0,14
Ajo-tomate- maíz	5	5	3	0,60	0	0,00
Ajo-papa- maíz	7	7	5	0,71	0	0,00
Ajo-alverja- maíz	25	25	5	0,20	0	0,00
Ajo-camote- maíz	9	9	3	0,33	0	0,00
Ajo-maiz- maíz	5	5	1	0,20	0	0,00
Ajo-kiwicha- maíz	23	23	7	0,30	0	0,00
Ajo-avena- maíz	8	8	2	0,25	0	0,00
Ajo-cebolla-camote	32	32	14	0,44	5	0,36
Ajo lechuga- camote	2	2	0	0,00	0	0,00
Ajo-ajo- camote	6	6	14	2,33	8	0,57
Ajo-tomate- camote	2	2	2	1,00	0	0,00
Ajo-papa- camote	2	2	3	1,50	2	0,67
Ajo-alverja- camote	4	4	1	0,25	0	0,00
Ajo-camote- camote	21	21	10	0,48	4	0,40
Ajo-maiz- camote	9	9	2	0,22	0	0,00
Ajo-kiwicha- camote	26	26	6	0,23	2	0,33
Ajo-avena- camote	19	19	5	0,26	2	0,40
Ajo-cebolla-alverja	3	3	5	1,67	3	0,60
Ajo lechuga- alverja	16	16	4	0,25	2	0,50
Ajo-ajo- alverja	18	18	27	1,50	7	0,26
Ajo-tomate- alverja	23	23	7	0,30	2	0,29
Ajo-papa- alverja	6	6	2	0,33	0	0,00
Ajo-alverja- alverja	7	7	3	0,43	1	0,33
Ajo-camote- alverja	20	20	7	0,35	2	0,29
Ajo-maiz- alverja	16	16	4	0,25	1	0,25
Ajo-kiwicha- alverja	17	17	3	0,18	1	0,33
Ajo-avena- alverja	10	10	2	0,20	0	0,00

**Cuadro 28 (Continuación). Reproducción de *Ditylenchus dipsaci*, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

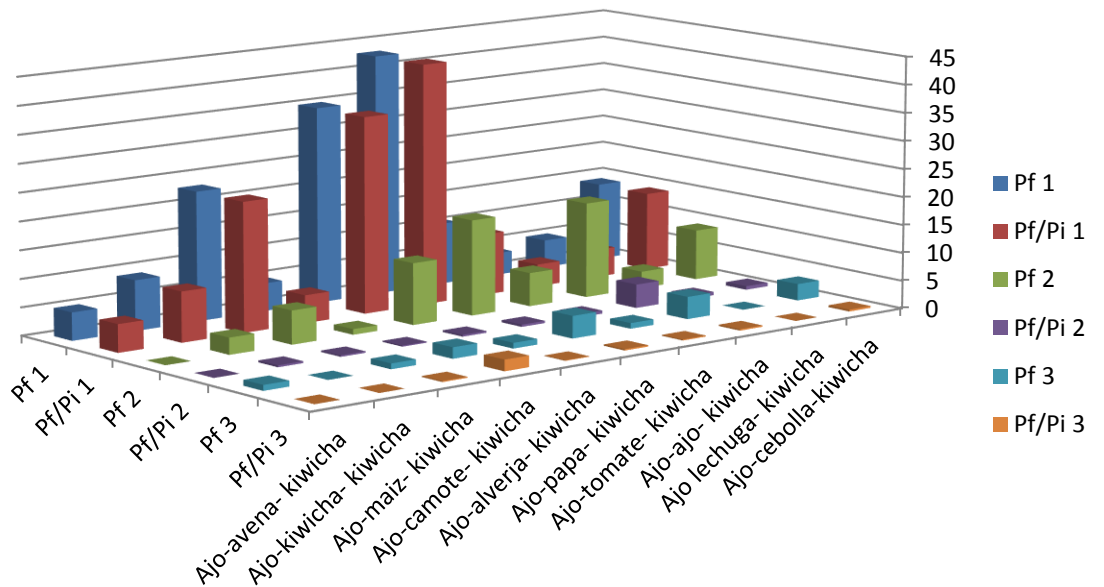
	Pf 1	Pf/Pi 1	Pf 2	Pf/Pi 2	Pf 3	Pf/Pi 3
Ajo-cebolla-papa	27	27	18	0,67	7	0,39
Ajo lechuga- papa	5	5	2	0,40	0	0,00
Ajo-ajo- papa	16	16	38	2,38	11	0,29
Ajo-tomate- papa	2	2	0	0,00	1	0,00
Ajo-papa- papa	11	11	6	0,55	2	0,33
Ajo-alverja- papa	14	14	6	0,43	2	0,33
Ajo-camote- papa	12	12	4	0,33	3	0,75
Ajo-maiz- papa	37	37	7	0,19	1	0,14
Ajo-kiwicha- papa	20	20	8	0,40	1	0,13
Ajo-avena- papa	26	26	6	0,23	0	0,00
Ajo-cebolla-tomate	4	4	5	1,25	2	0,40
Ajo lechuga- tomate	27	27	5	0,19	2	0,40
Ajo-ajo- tomate	20	20	41	2,05	16	0,39
Ajo-tomate- tomate	5	5	4	0,80	1	0,25
Ajo-papa- tomate	35	35	11	0,31	3	0,27
Ajo-alverja- tomate	23	23	7	0,30	3	0,43
Ajo-camote- tomate	3	3	4	1,33	1	0,25
Ajo-maiz- tomate	11	11	5	0,45	3	0,60
Ajo-kiwicha- tomate	7	7	1	0,14	0	0,00
Ajo-avena- tomate	14	14	1	0,07	0	0,00
Ajo-cebolla-ajo	33	33	21	0,64	49	2,33
Ajo lechuga- ajo	4	4	1	0,25	3	3,00
Ajo-ajo- ajo	6	6	19	3,17	77	4,05
Ajo-tomate- ajo	16	16	7	0,44	12	1,71
Ajo-papa- ajo	3	3	1	0,33	5	5,00
Ajo-alverja- ajo	10	10	8	0,80	27	3,38
Ajo-camote- ajo	7	7	2	0,29	5	2,50
Ajo-maiz- ajo	20	20	8	0,40	18	2,25
Ajo-kiwicha- ajo	13	13	2	0,15	5	2,50
Ajo-avena- ajo	7	7	1	0,14	1	1,00
Ajo-cebolla-lechuga	15	15	7	0,47	2	0,29
Ajo lechuga- lechuga	19	19	5	0,26	1	0,20
Ajo-ajo- lechuga	10	10	36	3,60	8	0,22
Ajo-tomate- lechuga	29	29	10	0,34	2	0,20
Ajo-papa- lechuga	7	7	5	0,71	1	0,20
Ajo-alverja- lechuga	3	3	1	0,33	2	2,00
Ajo-camote- lechuga	16	16	9	0,56	3	0,33
Ajo-maiz- lechuga	24	24	4	0,17	1	0,25
Ajo-kiwicha- lechuga	5	5	1	0,20	1	1,00
Ajo-avena- lechuga	18	18	3	0,17	1	0,33
Ajo-cebolla-cebolla	28	28	13	0,46	8	0,62
Ajo lechuga- cebolla	48	48	13	0,27	9	0,69
Ajo-ajo- cebolla	14	14	29	2,07	17	0,59
Ajo-tomate- cebolla	8	8	1	0,13	3	3,00
Ajo-papa- cebolla	2	2	0	0,00	1	0,00
Ajo-alverja- cebolla	45	45	18	0,40	9	0,50
Ajo-camote- cebolla	3	3	2	0,67	5	2,50
Ajo-maiz- cebolla	7	7	2	0,29	2	1,00
Ajo-kiwicha-cebolla	3	3	1	0,33	0	0,00
Ajo-avena- cebolla	4	4	0	0,00	1	0,00

**Cuadro 29. Efecto de la rotación de cultivo sobre la reproducción (Pf/Pi) de *Ditylenchus dipsaci*. Alternativas de cultivos ordenadas de mejor a peor por la reproducción del nematodo para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Segundo cultivo	Orden de merito (Pf/Pi) del tercer cultivo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cebolla	avena	maíz	lechuga	kiwicha	camote	papa	tomate	alverja	cebolla	Ajo
Lechuga	avena	maíz	kiwicha	camote	papa	lechuga	tomate	alverja	cebolla	Ajo
Ajo	avena	maiz	kiwicha	lechuga	alverja	papa	tomate	camote	cebolla	Ajo
Tomate	avena	maiz	camote	papa	kiwicha	lechuga	tomate	alverja	ajo	Cebolla
Papa	avena	maiz	alverja	cebolla	lechuga	kiwicha	tomate	papa	camote	Ajo
Alverja	Maíz	camote	kiwicha	avena	alverja	papa	tomate	cebolla	lechuga	Ajo
Camote	avena	maiz	tomate	alverja	lechuga	camote	papa	kiwicha	cebolla	Ajo
Maíz	Maíz	camote	avena	papa	kiwicha	lechuga	alverja	tomate	cebolla	Ajo
Kiwicha	Maíz	kiwicha	tomate	cebolla	papa	avena	alverja	camote	lechuga	Ajo
Avena	avena	maiz	kiwicha	alverja	papa	tomate	cebolla	lechuga	camote	Ajo

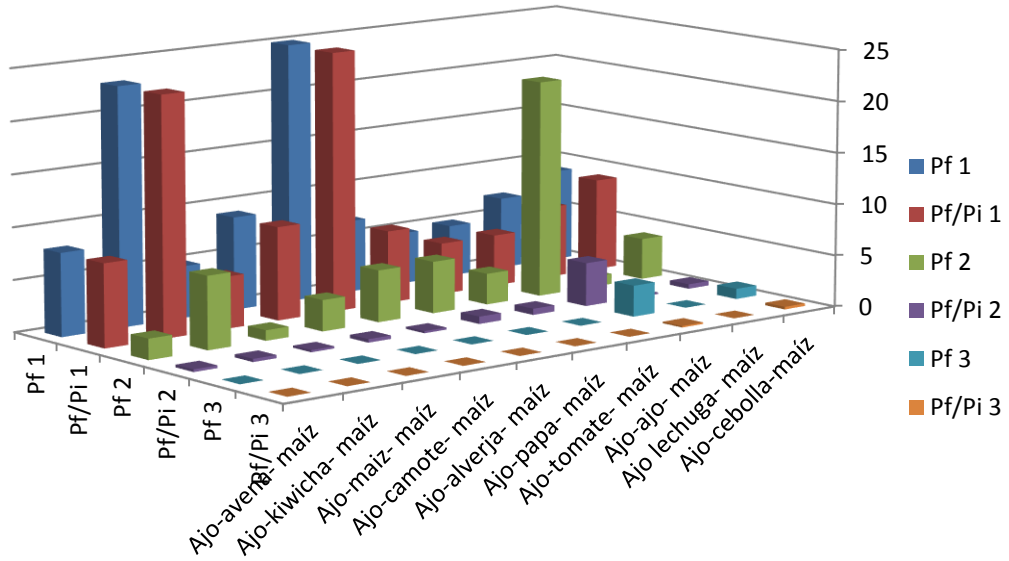


**Gráfico 7. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci*, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes de manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

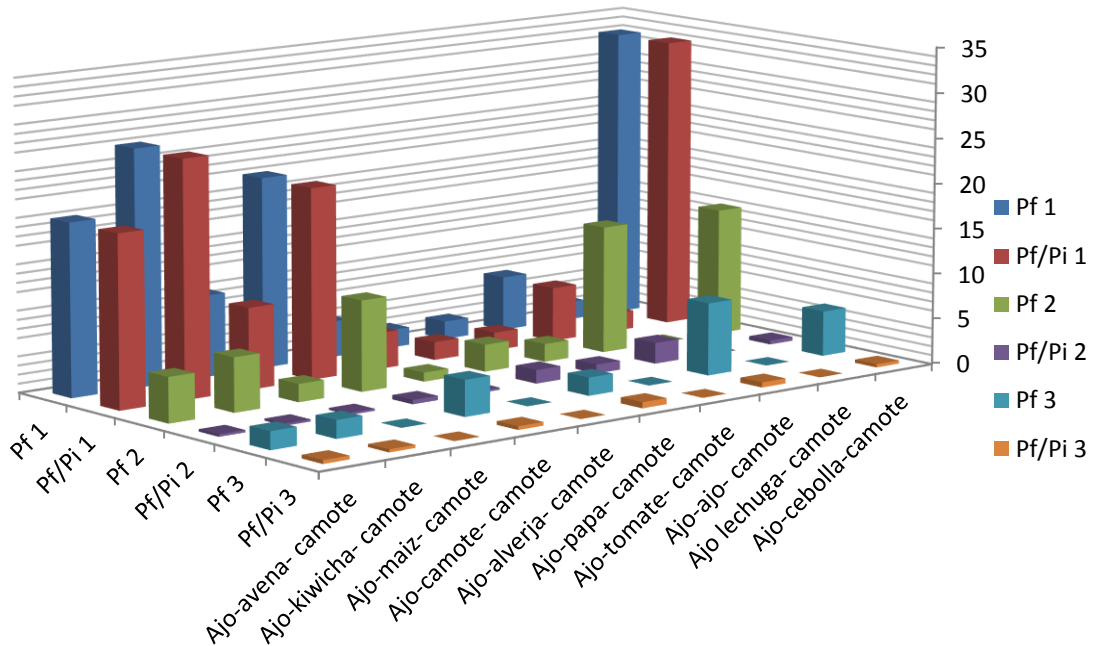


**Gráfico 8. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci*, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

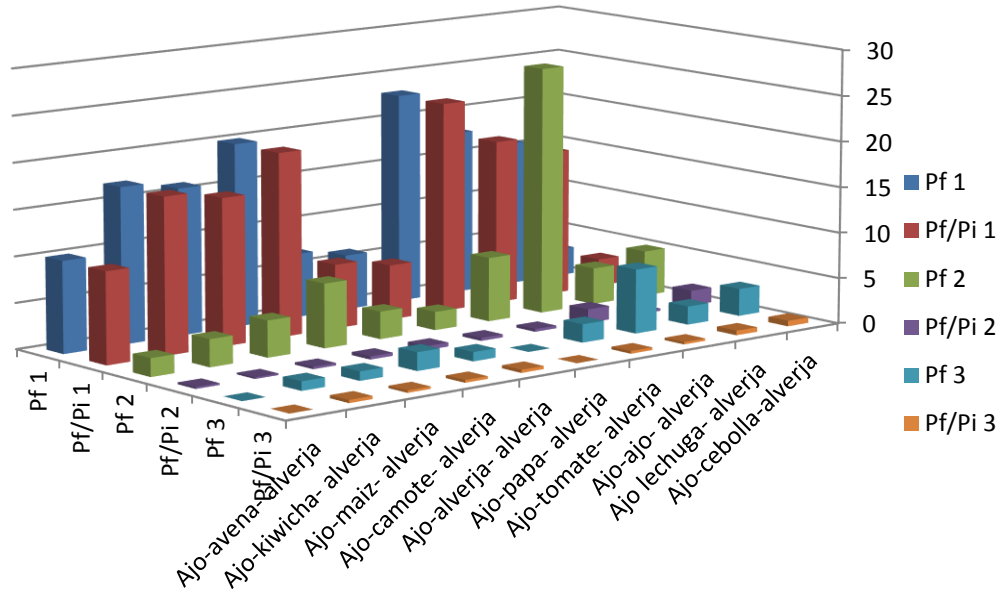




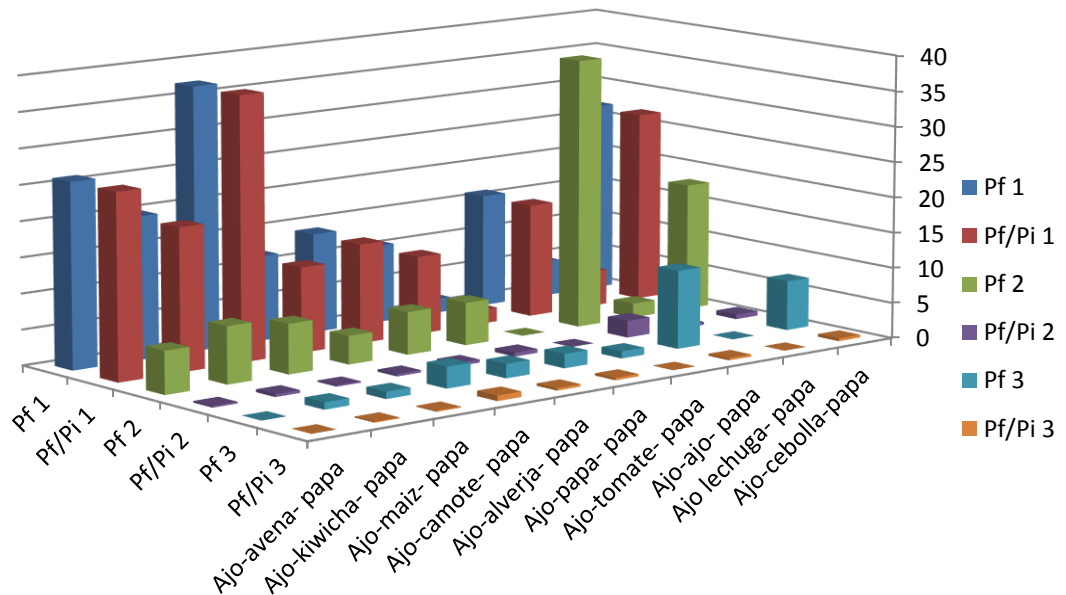
**Gráfico 9. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**



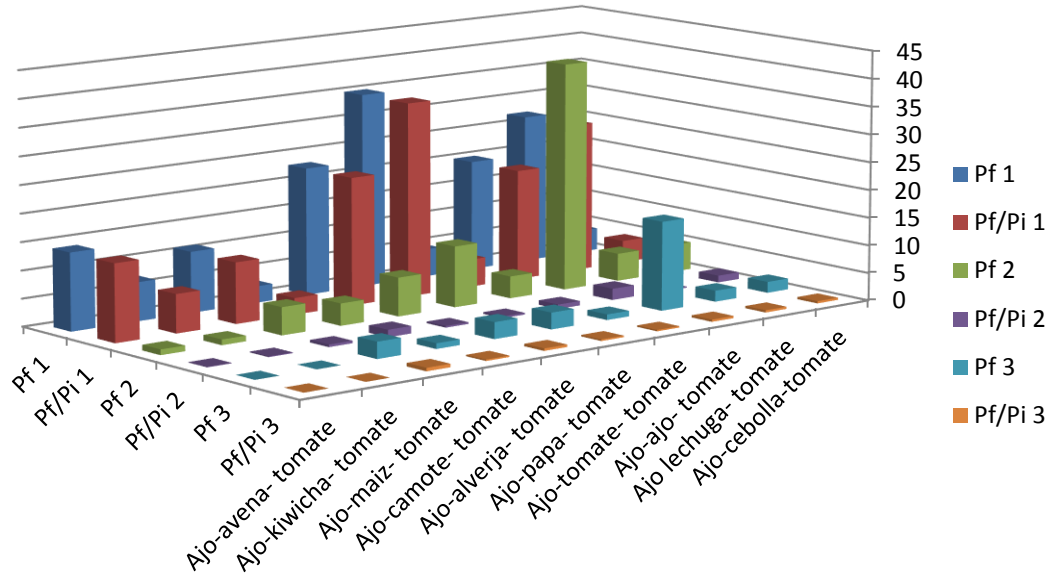
**Gráfico 10. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**



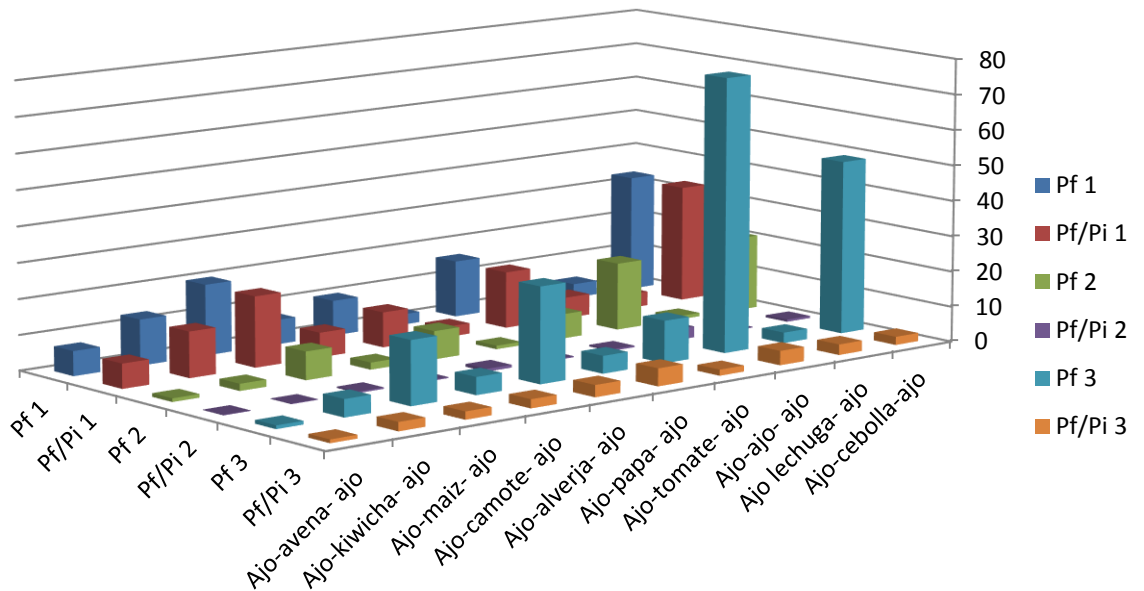
**Gráfico 11. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**



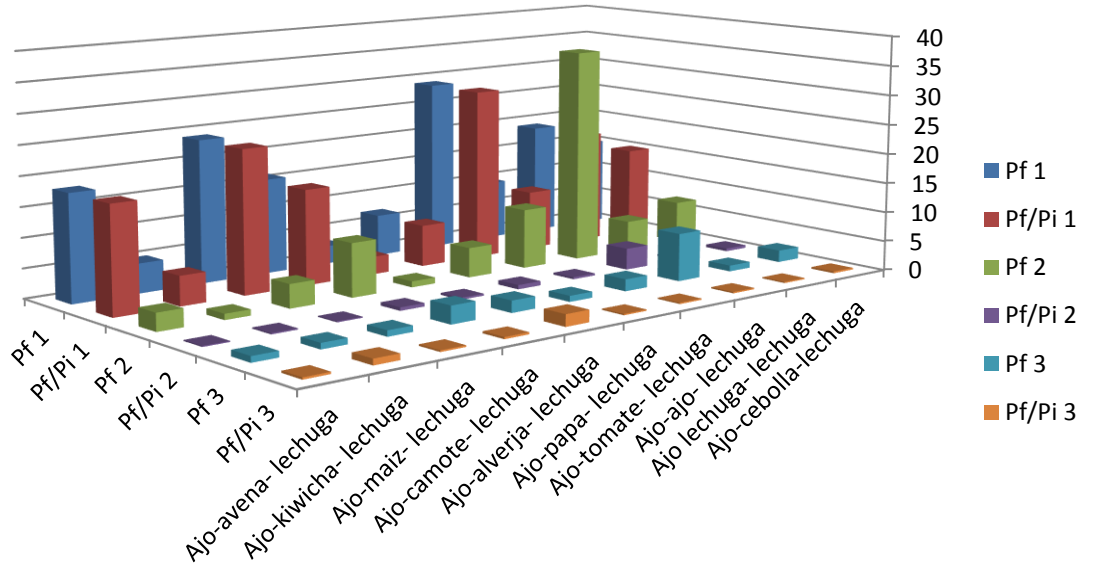
**Gráfico 12. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**



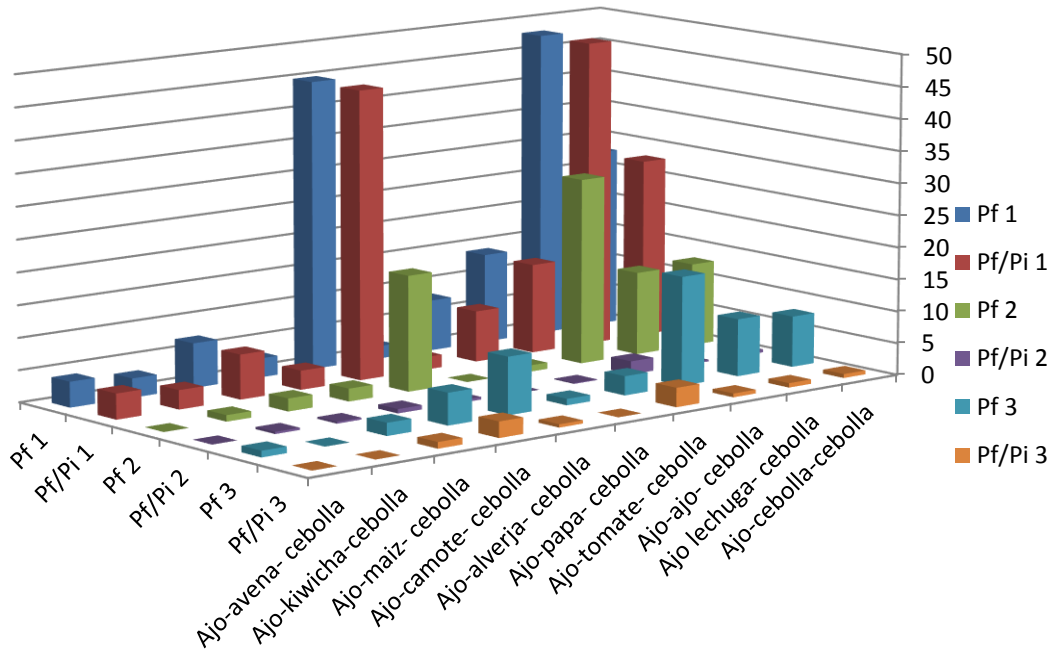
**Gráfico 13. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**



**Gráfico 14. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**



**Gráfico 15. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**



**Gráfico 16. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo, para la prueba cruzada de Oostembrink para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

#### 4.4. CONTROL CULTURAL

##### 4.4.1. ENMIENDAS ORGÁNICAS

Las aplicaciones fueron realizadas al suelo al momento de la instalación, las dosis empleadas fueron con fines de control del nemátodo, los resultados de aplicaciones orgánicas se presenta en el cuadro 32, donde se puede apreciar las poblaciones iniciales, finales y el rendimiento por parcela y hectárea.

##### A. Población inicial (Pi)

La población inicial fue evaluada al momento de la siembra, los resultados son presentados en el cuadro 30, donde se observa que los valores son muy variables, Pi= 6 para estiércol vacuno 10 t/ha a Pi= 46 ind/100 cc de suelo para humus de lombriz y con promedio de 17 ind/100 cc de suelo.

**Cuadro 30. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* y rendimiento (t/ha) en ajo tratado con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	Reproducción del nematodo			Rendimiento	
	Pi	Pf	Pf/Pi	kg/parcela	t/ha
Estiércol de vacuno 10 t/ha	6 a	7 a	1,17 a b	1,93 a b	4,28 a b
Estiércol de vacuno 20 t/ha	7 a	9 a	1,29 a b	2,65 a b	5,89 a b
Estiércol de vacuno 30 t/ha	13 a b	11 a	0,85 a	2,20 a b	4,89 a b
Gallinaza 5 t/ha	9 a	7 a	0,78 a	2,70 a b	6,00 a b
Gallinaza 10 t/ha	12 a b	2 a	0,17 a	3,23 a	7,17 a
Gallinaza 15 t/ha	22 a b	9 a	0,41 a	2,33 a b	5,17 a b
Humus de lombriz 2 t/ha	17 a b	10 a	0,59 a b	2,34 a b	5,19 a b
Humus de lombriz 4 t/ha	46 b	13 a	0,28 a	2,25 a b	5,00 a b
Sin enmienda orgánica	17 a b	56 b	3,29 b	1,65 b	3,67 b
Promedio	17,00	14,00	0,98	-	5,25
c.v.	30,87 %	30,98 %	39,06 %	-	33,08 %

Letras iguales indican que no hay diferencia estadística significativa (Duncan  $p < 0,05$ )

El resultado del ANVA, cuadro 47 del anexo, con datos transformados a  $\sqrt{x + 10}$ , se encontró que existen diferencias estadísticas entre bloques, pero no entre los tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 30,87 %. Realizada la prueba múltiple de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ) se encontró que no existe diferencia significativa entre estiércol vacuno

10 t/ha (Pi=6) y gallinaza 15 t/ha (Pi=22) y difieren del humus de lombriz 4 t/ha (Pi=46), en esta evaluación no se observa la influencia de los tratamientos con enmienda orgánica, pero de los resultados encontrados, los nemátodos presentan una distribución muy heterogénea en todo el campo experimental, así mismo los valores encontrados aseguran una densidad poblacional en el suelo que aseguran daño al cultivo de ajo como 5 ind/100 cc de suelo (Bruna *et al.*, 1986), niveles de 2 a 8 ind/100 cc suelo causan serios daños al cultivo (Carbonell, 1990; Vega *et al.*, 1982; Casa, 1998).

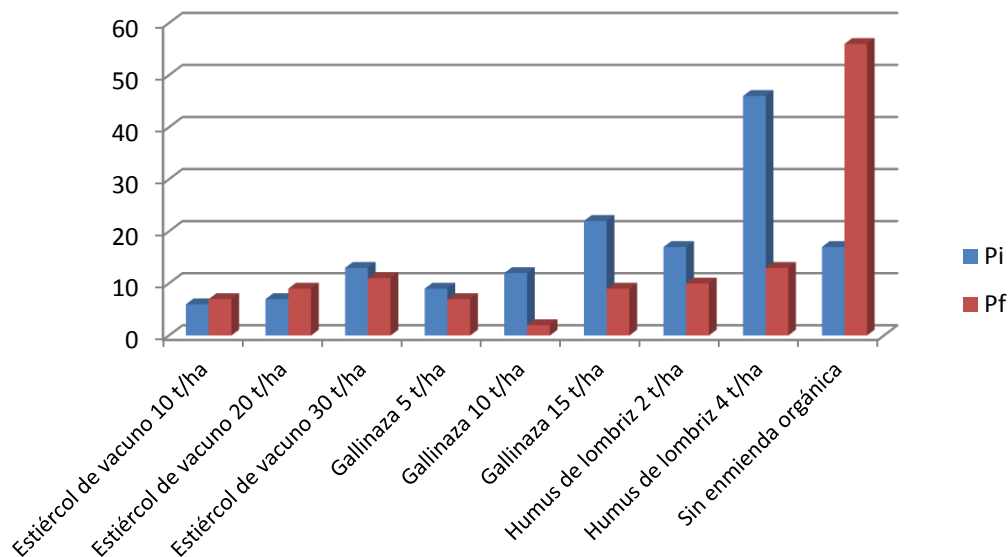
### **B. Población Final (Pf)**

Los resultados se presentan en el cuadro 30 y gráfico 17 los valores encontrados fluctúan para gallinaza 10 t/ha (Pf=2) y testigo sin aplicación de enmiendas orgánicas (Pf= 56) con un promedio de Pf=14 ind/100 cc de suelo. El resultado del ANVA, cuadro 48 del anexo, con datos transformados a  $\sqrt{x + 10}$ , se encontró que no existen diferencias estadísticas entre bloques pero si entre los tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 30,99 %. Realizada la prueba de comparación múltiple de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ), se encontró que no existen diferencias estadísticas en todas las aplicaciones de enmiendas orgánicas con un Pf= 2 (gallinaza 10 t/ha) a Pf=13 (humus de lombriz 4 t/ha), siendo superiores al control sin aplicación de materia orgánica que presentó un Pf= 56 ind/100 cc de suelo.

Al analizar los datos presentados en el cuadro 30 y gráfico 17 se puede apreciar que estiércol vacuno 30 t/ha (Pf=11), gallinaza 5 t/ha (Pf=7) , 10 t/ha (Pf=2) y 15 t/ha (Pf=9), humus de lombriz 2 t/ha (Pf=10) y 4 t/ha (Pf=13) redujeron la Pi al final del cultivo, así mismo, estiércol de vacuno 10 t/ha (Pf=7), 20 t/ha (Pf=9) y el tratamiento sin enmienda química (Pf=56) superaron la Pi. Cabe mencionar, en este sentido, la experiencia de muchos sistemas agrícolas tradicionales acerca de la capacidad supresiva que proporcionan muchos abonos orgánicos sobre enfermedades provocadas por hongos de suelo (Kelman y Cook, 1979; Thurston, 1990) y nemátodos (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1987).

El control de nemátodos mediante enmiendas orgánicas ha sido estudiado recurriendo a una gama muy diversa de productos (Goswami y Swarup, 1971; Goswami y Meshram, 1991; Krishna Rao *et al.*, 1987; Sosa Moss y Weihs, 1973; Ferraz y Silva, 1978; Muller y Gooch, 1982; Reddy *et al.*, 1986) dentro de ellos los estiércoles o materiales residuales de origen animal (Kaplan y Noe, 1993; González y Canto-Saénz, 1993; D'Addabbo, 1995). Los mecanismos a los cuales se atribuye la acción de control son muy diversos y difieren según el material que se considere, considerando que el mejoramiento de las condiciones físico

químicas del suelo y sus consecuencias inmediatas en el estado nutritivo de la planta permiten que ésta tolere mejor el daño potencial que pueden causar los nemátodos (Stirling, 1991).

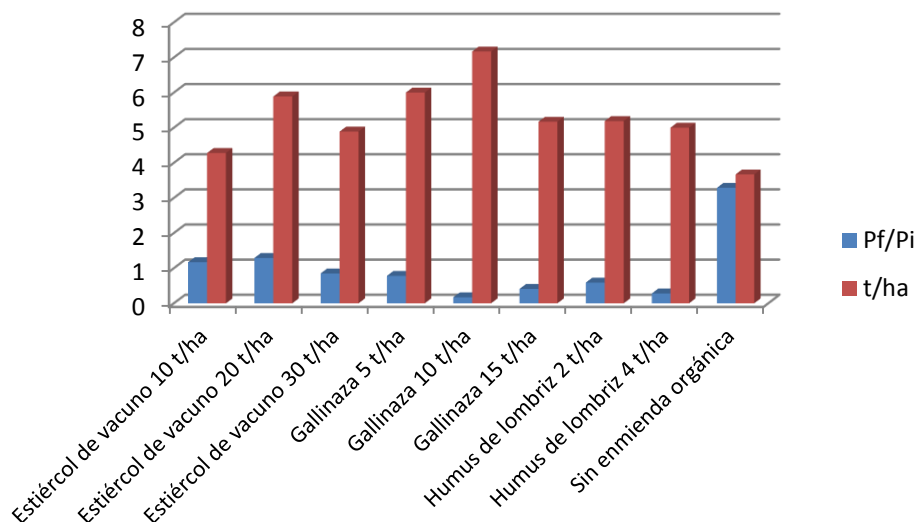


**Gráfico 17. Reproducción de *Ditylenchus dipsaci* en ajo tratado con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

### C. Pf/Pi

La relación Pf/Pi se encuentran en el cuadro 30 y en gráfico 18, los resultados presentan valores de Pf/Pi=0,17 para gallinaza 10 t/ha y Pf/Pi= 3,29 para el testigo sin aplicación de materia orgánica, con un promedio de Pf/Pi=0,98. Al realizar el análisis de variancia, con datos transformados  $\sqrt{x + 10}$ , se encontró que no existen diferencias estadísticas entre bloques ni entre tratamientos con un coeficiente de variabilidad de 39.06 %, al realizar la prueba de comparación de promedios de Duncan ( $p < 0.05$ ) no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos con enmiendas orgánicas, siendo superiores al testigo sin enmienda orgánica.

Al analizar los resultados, tratamientos con gallinaza 5 t/ha (Pf/Pi=0,78) gallinaza 10 t/ha (Pf/Pi=0,17) y gallinaza 15 t/ha (Pf/Pi=0,41) presentaron valores inferiores a la unidad, controlando entre 83 % a 32 % al nemátodo, probablemente debido a las mejores características para limitar el desarrollo de *Ditylenchus dipsaci*.



**Gráfico 18. Reproducción (Pf/Pi) de *Ditylenchus dipsaci* y rendimiento (t/ha) en ajo tratado con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

El comportamiento del humus de lombriz para 2 t/ha (Pf/Pi= 0,59) y 4 t/ha (Pf/Pi=0,28) ; presentaron un control de 72 % a 41 %, debido a sus características de ser un material parcialmente degradado, el cual presenta ácidos húmicos y fulvicos, así como de compuestos que favorecen el desarrollo del cultivo y permiten por un lado al cultivo escapar al daño del nemátodo fitopatogénico y a la vez limitar la tasa de multiplicación y desarrollo del fitonemátodo.

La aplicación de estiércol vacuno presenta valores cercanos y superiores a la unidad lo que indica que las condiciones fueron favorables para la multiplicación del nemátodo y probablemente causan daño al cultivo, debido a que la presencia de materia orgánica sin descomponer y a la liberación de ácidos y gases que afectan al cultivo, por otro lado favorece la presencia de microorganismos antagónicos al fitonemátodo, así mismo, favorece el desarrollo y multiplicación del nemátodo.

Los mecanismos a los cuales se atribuye la acción de control son muy diversos y difieren según el material que se considere. Por una parte, cabe considerar la existencia de mecanismos de protección, ya que la incorporación al suelo de enmiendas orgánicas proporciona a la planta condiciones que contrarrestan el riesgo potencial de una infección por nemátodos. Existe, en efecto, consenso en que el mejoramiento de las condiciones físico químicas del suelo y sus consecuencias inmediatas en el estado nutritivo de la planta



permiten que ésta tolere mejor el daño potencial que pueden causar los nemátodos (Stirling, 1991).

La protección de las plantas puede deberse en ciertos casos a la inducción de resistencia por parte de sustancias fenólicas liberadas tras la adición de las enmiendas (Sitaramaiah y Singh, 1974; Singh *et al.*, 1983). Sin embargo, la hipótesis más habitual acerca de los mecanismos de control identifican a la práctica más propiamente como una medida de saneamiento, ya que los procesos implicados originan la mortalidad o la inhibición de los nemátodos más que modificaciones en la respuesta por parte de la planta. Así, existen por una parte evidencias sobre la responsabilidad de sustancias con efecto nematológico o nematostático en el fenómeno. Estas sustancias pueden estar preformadas en las enmiendas, que es lo que ocurre en los fenómenos de supresión atribuibles a productos del metabolismo secundario de las plantas con efecto aleloquímico (Halbrendt, 1996). En otros casos, ciertas sustancias que se liberan con posterioridad a la adición de la enmienda como mebolitos derivados de su descomposición microbiana resultan tóxicas para los nemátodos, tal el caso del amonio, sulfuro de hidrógeno, ácidos orgánicos y una amplia gama de compuestos orgánicos volátiles (Badra *et al.*, 1979; Sayre *et al.*, 1965; Elmiligy y Norton, 1973; Sitaramaiah y Singh, 1977).

En otras ocasiones el efecto de las enmiendas parece responder fundamentalmente a la promoción de agentes de control biológico como hongos depredadores (Quinn, 1987), hongos parásitos (Jaffee *et al.*, 1994; Van der Boogert *et al.*, 1994) o tardígrados (Kauri-Pääsuke, 1973). Mención especial merece el mecanismo por el cual la adición de ciertas enmiendas promueve la actividad de enzimas que afectan a la viabilidad de los nemátodos. Esto ocurre con la quitina (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1989), que es el constituyente principal de la cubierta de los huevos, o el colágeno (Galper *et al.*, 1990), constituyente de la cutícula. Este fenómeno explica la supresividad que provocan los restos vegetales de ciertas plantas acreditadamente nematológicos (Halbrendt, 1996). Mian y Rodríguez-Kábana (1982)

Rodríguez- Kábana *et al.*, (1987) afirman que el efecto nematológico de las enmiendas tiene lugar cuando la relación C/N de las mismas es inferior a 20. Se ha demostrado que las plantas que crecen en sustratos con altas concentraciones de sustancias fenólicas, invariablemente incrementan el contenido de sustancias análogas en los tejidos radicales (Alam *et al.*, 1977; Sitaramaiah y Singh, 1978) y esto determina que, en muchas ocasiones, estas plantas registren tasas reducidas de infección por nemátodos aun después de haber sido transferidas a un sustrato sin enmiendas (Sitaramaiah y Singh, 1974; Singh *et al.*, 1983).

La fitotoxicidad de las enmiendas orgánicas se menciona a menudo como una de las limitantes más importantes a su utilización en el control de enfermedades (Rodríguez-Kábana *et al.*, 1987; Lazarovits *et al.*, 2000), por sus altas concentraciones de tanino (Mian y Rodríguez-Kábana, 1982). Sin embargo, tradicionalmente se asume que la fase de estabilización previene la fitotoxicidad en los materiales sometidos a proceso de compostaje aeróbico (Haugh, 1993; Paredes *et al.*, 2000).

#### **D. Rendimiento**

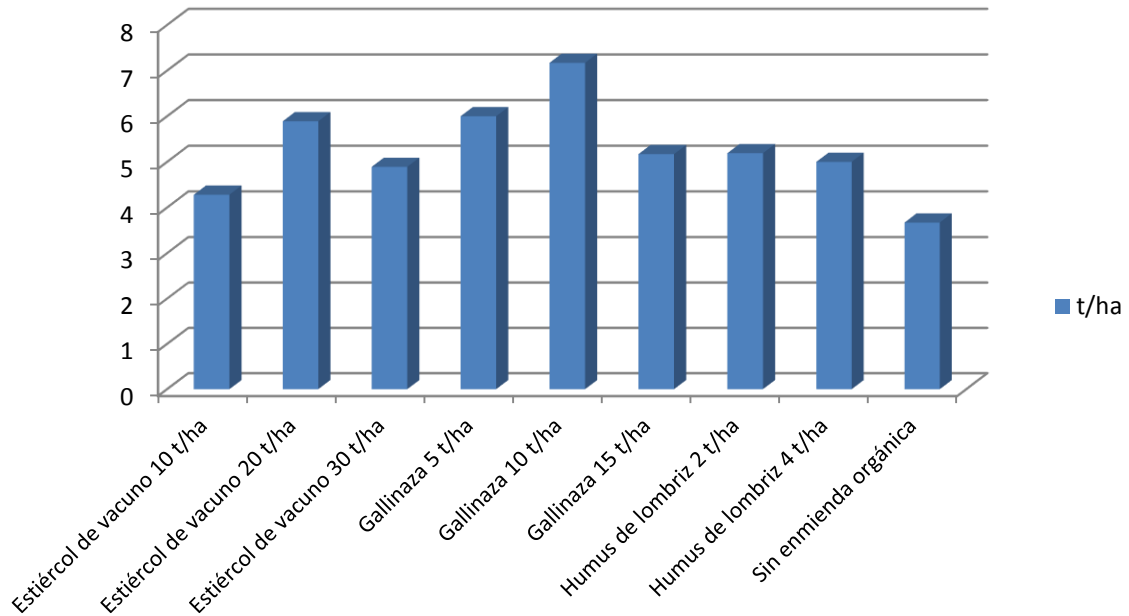
Los resultados se presentan en el cuadro 30 y gráfico 19, el mayor rendimiento corresponde a gallinaza 10 t/ha con 7,14 t/ha y el menor rendimiento al testigo sin enmienda orgánica con 3,67 t/ha, presentando un promedio de 5,25 t/ha.

El ANVA se presenta en el cuadro 50 del anexo, se encontró que existen diferencias significativas entre los bloques y tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 30,08 %. Realizada la prueba de comparación múltiple de promedios de Duncan ( $p < 0,05$ ), se encontró una respuesta similar a la Pf y Pf/Pi, donde los tratamientos con enmiendas orgánicas no fueron diferentes estadísticamente pero fueron superiores a testigo sin enmienda orgánica.

Para la aplicación de estiércol vacuno se puede apreciar que al incrementar la dosis se incrementa la producción hasta 20 t/ha y con 30 t/ha la producción de ajo decrece, esto puede ser a que el estiércol vacuno presenta contenido de sales, el contenido de C/N es mayor por la presencia de material lignificado y tal vez a la presencia de material degradado que pudo limitar el desarrollo del cultivo, esto se contradice con la relación  $Pf/Pi=0,85$  inferior a los niveles de 10 y 20 t/ha, lo que indicaría que la tasa de multiplicación del nemátodo es baja.

La gallinaza presenta un comportamiento similar al de estiércol vacuno, alcanzando el mayor rendimiento con estiércol vacuno 10 t/ha (7,17 t/ha) valor que coincide con su  $Pf/Pi=0,17$ , asimismo aplicaciones de 15 t/ha presentaron una ligera reducción en la producción (5,17 t/ha) presentando un  $Pf/Pi= 0,41$ , que demuestra un control del 59 %, esto se debe probablemente a las características de la gallinaza, que si bien no presenta niveles altos de salinidad, por ser un producto de C/N bajo el proceso de descomposición es rápido lo cual permite liberar compuestos que pueden estar limitando el desarrollo del cultivo cuando son aplicados en cantidades mayores. Por otra parte, los rendimiento logrados al aplicar gallinaza en promedio fueron superiores a los aplicados con estiércol de vacuno y humus de lombriz, esto también debido a que el contenido de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  es relativamente superior

que las otras enmienda orgánicas, tal como se encontró en los resultados de análisis de los productos trabajados.



**Gráfico 19. Rendimiento (t/ha) de ajo tratado con estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes.**

El resultado del humus de lombriz es muy irregular, por una parte la relación Pf/Pi presenta diferencias pero el rendimiento es similar y sin diferencias estadísticas, los rendimientos están alrededor de las 5 t/ha, esto probablemente se deba a que como fuente de macro y micronutrientes no es tan relevante, no llegando a cubrir las exigencias del cultivo, pero por otro lado, es un compuesto degradado, amorfo y que presenta un potencial 'buffer' alto, lo cual le permite adherir los cationes de la solución del suelo y por otra parte es un compuesto dinámico que contiene una gran diversidad de microorganismos que pueden actuar como antagonistas al fitonemátodo.

## V. CONCLUSIONES

1. En control químico al ‘diente semilla’ en inmersión a 5 minutos, el mejor tratamiento es oxamyl 24 L al 2 % con una  $Pf/Pi=0,04$  controlando el 96 % de la Pi.
2. Los tratamientos químicos a 5 minutos que presentaron el peor control son Hunter 2 ‰ ( $Pf/Pi=1,17$ ) y Biostat 0.5‰ ( $Pf/Pi=1,17$ )
3. En control químico al ‘diente semilla’ en inmersión prolongada, los mejores, tratamientos son oxamyl 24 L al 2 % en 24 h ( $Pf/Pi=0,01$ ) y carbofuran 48 F al 1 % en 4 h ( $Pf/Pi=0,01$ ) de inmersión respectivamente, llegando a controlar el 99 % de la Pi.
4. El tratamiento químico en inmersión prolongada que presentó el peor control es Biostat al 0.05 ‰ ( $Pf/Pi=1,07$ ) en inmersión a 1 h, de comportamiento similar al testigo 4 h ( $Pf/Pi=1,08$ ) y testigo 24 h ( $Pf/Pi=1,67$ ).
5. En control químico al suelo y aplicaciones foliares, los mejores tratamientos son ethoprofos 15 G a 35 kg/ha mas dos aplicaciones de Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5 ‰ ( $Pf/Pi=0,08$ ) y carbofuran 5G a 50 kg/ha mas dos aplicaciones de Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰ ( $Pf/Pi=0,20$ ), controlando el 92 % y 80 % de la Pi, logrando rendimientos de 6,28 y 6,78 t/ha respectivamente.
6. Los tratamientos químicos al suelo y aplicaciones foliares que presentaron el peor control son cadusafos más Hunter y Biobac ( $Pf/Pi=2,43$ ); Biostat ( $Pf/Pi=2,29$ ) y Fenamifos 4F ( $Pf/Pi=2,17$ ).
7. En el control con termoterapia por grado de daño en ‘diente semilla’ mas aplicaciones foliares los mejores tratamientos son: grado 1 mas Hunter 2 ‰ y Biobac 2.5 ‰ ( $Pf/Pi=0,05$ ); grado 2 mas Hunter 2 ‰ y Biobac 2.5 ‰ ( $Pf/Pi=0,07$ ), controlando el 95% y 93 % de la Pi.

8. Los tratamientos con termoterapia que presentan el peor control son ‘dientes semilla’ con grado 5 con sus respectivas aplicaciones foliares.
9. En el control con inmersión del ‘diente semilla’ con macerados de ajo, los mejores tratamientos son: macerado al 75 % del cv. ‘Morado Arequipeño’ (Pf/Pi=0,003); macerado al 75 % del cv. ‘Napuri’ (Pf/Pi=0,007) y macerado al 50 % del cv. ‘Morado Arequipeño’ (Pf/Pi=0,009), todos en 24 h, controlando en 99,7%, 99,3% y 99,1% las Pi respectivamente.
10. Con el empleo de rotaciones de cultivo se encontró que avena, maíz, kiwicha, lechuga, camote y arverja reducen las poblaciones de *Ditylenchus* en el suelo.
11. Las rotaciones que presentaron el peor control son cebolla y ajo.
12. En el control con enmiendas orgánicas al suelo el mejor tratamiento es gallinaza 10 t/ha (Pf/Pi=0,17) con un rendimiento de 7,17 t/ha.
13. Las aplicaciones de enmienda orgánica que presentaron el peor control fueron estiércol de vacuno 10 t/ha (Pf/Pi=1,17) y 20 t/ha (Pf/Pi=1,29).

## VI. RECOMENDACIONES

1. Para inmersiones de ‘diente semilla’ se recomienda aplicaciones de oxamyl 24 L al 2 % por 5 minutos, carbofuran 48F al 1 % por 4 horas.
2. Para las aplicaciones al suelo y follaje se recomienda ethoprofos 15 G y carbofuran 5 G mas 2 aplicaciones de Hunter 2 ‰ y Biobac 2,5 ‰.
3. Emplear termoterapia en ‘diente semilla’ en grado 1 mas aplicaciones de Hunter 2 ‰ y Biobac 2,5 ‰
4. Aplicar macerado de ajo cv. ‘Morado Arequipeño’ por 24 horas a ‘dientes semilla’ antes de la instalación del cultivo.
5. Realizar rotaciones con maíz, avena, kiwicha y camote.
6. En aplicaciones de materia orgánica la gallinaza 10 t/ha reduce las poblaciones iniciales de *D. dipsaci*.
7. Se recomienda repetir los ensayos a en otras localidades para verificar los resultados y mejorar las prácticas de manejo integrado para *D. dipsaci*.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Agrios, G.N. 2005.** Plant Pathology . Fifth Edition. Academic Press. USA. 922 pp.
2. **Alam, M.M.; Siddiqi, S.A. y Khan, A.M. 1977.** Mechanism of control of plant parasitic nematodes as a result of the application of organic amendments to the soil. Indian J. Nematol. 3:94-98.
3. **Badra, T.; Saleh, M. A. y Oteifa, B. A. 1979.** Nemastatical activity and composition of some organic fertilizers and amendments. Revue Nematol. 2:29-36.
4. **Baicheva, O.; Budurova, L.; Kirilova, G. 1998.** On the intraspecies variability and morphometric of *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn, 1857) Filipjev, 1936. Experimental Pathology And Parasitology. Vol. 1:3-7.
5. **BASF, 2004.** Rugby® 10 G. Ficha técnica. BASF Peruana. 12 pp. Disponible en [www.basf.com.pe/agro/productos/rugby.htm](http://www.basf.com.pe/agro/productos/rugby.htm)
6. **BASF, 1998.** Basamid granulado. Boletín técnico. Departamento de protección sanitaria. Alemania, 99 pp.
7. **Bayer, 1996.** Namacur. Boletín Técnico. División fitosanitaria, Lima.8pp.
8. **Besnier, F. 1989.** Semillas: biología y tecnología. Mundi-Prensa, España, 637pp.
9. **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 Applied Biology 50: 703-722.
10. **Block, E. 1985.** Química del ajo y cebolla. Investigación y Ciencia 104:86-92.
11. **Bloomquist, J. 2003.** Insecticidas: Químicas y Características. S.p. En: Texto mundial del MIP. Universidad de Minnesota, USA.
12. **Brewster, J. 1994.** Onions and other vegetable alliums, Horticultural Research International, Wellesbourne - United Kingdom. 475 pp.
13. **Bruna, A.; Guiñez, A. y Larraín, P. 1986.** Enfermedades y plagas del ajo. Instituto de investigaciones Agropecuarias. Serie La Platina. N° 1. Santiago de Chile. S.p.

14. **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 40(4): 137-143.
15. **Bunt, J.A. 1987.** Mode of action of nematicides. Pp. 461-468. In Veech J.A., and Dickson D.W. Edit. Vistas on Nematology. Society of Nematologists, Inc. Hyattsville, U.S.A.
16. **Burba J.L. 1982.** Tecnicas para semilleros de ajo. Parte II. Técnicas de selección, multiplicación y manejo propuesto para semillero de ajo (*Allium sativum* L.) de sanidad controlada. Vol III, pp.37-62. In Muller J.J.V. y Casali, V.W. D. Edit. Seminarios de Olericultura Vicosa.
17. **Burba, J. 1982.** Efeito do manejo do alho semente (*Allium sativum* L.) sobre a dormencia, crescimento e producao da cv. Chonan. Tesis M.S.Vicosa, UFV. 112 pp.
18. **Canto, M. 1993.** Clasificacion del Phylum Nemátoda. Apuntes de curso. Dpto. de Fitopatología. UNALM, Lima. S.p.
19. **Canto, M. 1993.** Nemátodos Parásitos de Plantas. Apuntes de curso. Dpto. de Fitopatología. UNALM, Lima. S.p.
20. **Canto, M. 1999.** Nematología. Apuntes de curso. Escuela de Post Grado – Fitopatología. UNALM, Lima. S.p.
21. **Carbonell, E. 1986.** Nemátodos como agentes patógenos de plantas. Apuntes de curso. UNALM. Lima. S.p.
22. **Carbonell, E. 1990.** Ocurrencia de *Ditylenchus dipsaci* en el cultivo de ajo en Arequipa, Revista Agronomía, 38:6.
23. **Carbonell, E., M. Delgado, R. Quispe, O. Maquera y E. Elguera. 1992.** Nueva enfermedad de ajo causada por el nemátodo *Ditylenchus dipsaci*. Resumen del XII Congreso de la Asociación Peruana de Fitopatología. Arequipa del 19 al 22 de agosto. S. p.
24. **Casa, T. 1998.** Nivel de daño económico de *Ditylenchus dipsaci* en ajo (*Allium sativum* L.) cv. “Napurí”. Tesis Ingeniero Agronomo, UNSA. Arequipa, Perú 130 pp.
25. **Certis, 2006.** Basamid. Folleto informativo de Certis Europe B.V. Departamento de Marketing y Desarrollo. Pp 12. Disponible en: [www.certiseurope.com](http://www.certiseurope.com)



26. **Cook, R.; Mizen, K.A.; Plowright, R.A. y York, P.A. 1992.** Observations on the incidence of plant parasitic nematodes in grassland in England and Wales. *Grass and Forage Science* 274-279.
27. **Cristie, S.R. 1974.** Los nemátodos de los vegetales; su ecología y control. 1era Reimpresión. Edit Limusa. México. 275 pp
28. **D'Addabbo, T. 1995.** The nemastatical effect of organic amendments: a review of the literature: 1982:1994. *Nematol. medit.* 23:299-305.
29. **Del Toro, M.S.; Caretta de Cevallos C.A.; Hraste de Manssur, M.A.; Castellanos, S.J. 1989.** Nuevos tratamientos químicos para controlar *Ditylenchus dipsaci* (Khun) Filipjev, en ajo, cv. Colorado, en Mendoza. *Jornadas* 1:36-40.
30. **Del Toro, M.S. 1987.** Control de Nemátodos en Ajo. Con Aldicarb en Mendoza Argentina. S.p. En: Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos, Compendios de la XIX Reunión Anual, Octubre 1:23. Santiago, Chile.
31. **Del Toro, S. 1989.** Nemátodo del tallo, del cuello y de los bulbos, *Ditylenchus dipsaci* (Khun) Filipjev. Pp. 22-35 In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, EEA La Consulta, INTA. Mendoza, Argentina.
32. **Di Sanzo, C.P. 1981.** Effect of foliar application of carbofuran and a related compound on plants–parasitic nematodes under greenhouse and growth chamber conditions. *Journal of Nematology* 13:20-24.
33. **Di Sanzo, C.P. 1982.** Effect of foliar application of carbofuran and a related compound on plants–parasitic nematodes under microplot and field conditions greenhouse and growth chamber conditions. *Journal of Nematology* 14:208-212.
34. **Drokasa Perú, 1998.** Fitoalgas. Ficha técnica. Departamento Técnico. 4 pp
35. **Drokasa Perú, 1998.** Benopoint 50 PM (benomyl 50%). Ficha Técnica. Departamento Técnico. 2 pp.
36. **Dropkin, V. H. 1989.** Introduction to Plant Nematology. Willey-Interscience, New York. 304 pp.
37. **Dupont 2008.** Furadan®48 F. Boletín técnico. 2pp.
38. **Elmiligy, I. A. y Norton, D. C. 1973.** Survival and reproduction of some nematodes as affected by muck and organic acids. *J. Nematol.* 5:50-54.
39. **Escuer, M. 1998.** Nemátodos del género *Ditylenchus* de interés fitopatológico. *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas*, 24: 773-786.

40. **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* (6): 1077-1083.
41. **Evans, K.; Trudgill, D. y Webster, J. 1993.** Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture. Wallingford, U.K. CAB International 648 pp.
42. **Ferraz, L.C. y Silva, A.T. 1978.** Efeitos da adição de palha de arroz e casca de amendoim, na forma de coberturas de solo, sobre a incidencia de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). pp. 77-78. En: Resumos dos trabalhos científicos e conferencias. III Reunião Sociedade Brasileira de Nematologia. Mossoro, Brasil.
43. **Ferris, H. 2006.** *Ditylenchus dipsaci*. Stem and Bulb Nematode. (Online) University of California, Department of Nematology. Disponible en: <http://plpnemweb.ucdavis.edu/Nemaplex/Taxadata/G042S1.Htm>.
44. **Filipjev, I.N. and Schurmans. S.M. 1941.** A manual of agricultural helminthology. E. S. Buill. Leider – Holanda. S.p.
45. **Giménez Verdú. 1989.** Ensayos sobre la fitotoxicidad del benomyl, triforina y thiocur, en plantones de naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.). *Bol. San. Veg. Plagas*, 15: 57-65.
46. **González, A. y Canto-Saenz, M. 1992.** Comparación de cinco enmiendas orgánicas en el control de *Globodera pallida* en microparcels en Perú. *Nematropica* 23:133-139.
47. **Goswami, B.K. y Meshram, N.J. 1991.** Studies on comparative efficacy of mustard and karanj oil seed cakes with a nematicide, carbofuran, against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, on tomato. *Indian J. Nematol.* 21:66-70.
48. **Goswami, B.K. y Swarup, G. 1971.** Effect of oil-cake ammended soil on the growth of tomato and root-knot nematode population. *Indian Phytopathol.* 24:491-494.
49. **Green, C.D. 1964.** The effects of high temperatures on aqueous suspensions of *Ditylenchus dipsaci* (Kiihn) Filipjev. *Annals of Applied Biology* 54:381-390.
50. **Griffin, G. 1975.** Parasitism of nonhost cultivars by *Ditylenchus dipsaci*. *Journal of Nematology.* 7(3):236-238.
51. **Griffin, G. 1990.** Pathological relationship of *Ditylenchus dipsaci* and *Fusarium oxysporium* f. sp. *medicaginis* on alfalfa. *Journal of Nematology* (3):333-336.

52. **Hague, N.G.. y Gowen, S.R. 1987.** Chemical control of nematodes. Pp. 131-178. In Brown R.H. y Kerry B.R. (Edts). Principles and practice of nematode control in in crop. Academic Press, INC., London, U.K.
53. **Halbrendt, J. M. 1996.** Allelopathy in the management of plan-parasitic nematodes. J. Nematol. 28:8-14.
54. **Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1991.** Propagación de plantas. Principios y prácticas. C.E.C.S.A. México. 759 pp.
55. **Haugh, R.T. 1993.** The Practical Handbook of Compost Engineering. Lewis Publishing , Boca Raton, FL. 311 pp.
56. **Hay, F. y Bateson, L. 2003.** Effect of the nematophagous fungi *Hirsutella rhossiliensis* and *Verticillium balanoides* on stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*) in white clover. Australasian Plant Pathology 26(3):142-147.
57. **Heald, C. M. 1987.** Classical nematode management practices. pp. 100-104. En: Vistas on Nematology (J. A. Veech y D. W. Dickson, Eds.). Soc. Nematol., Hyattsville,
58. **Hoitink, H.A.J. y Fahy, P.C. 1986.** Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopathol. 24:93-114.
59. **Hooper, D.J. 1972.** *Ditylenchus dipsaci*. C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic nematodes. Set 1 N° 14. 4pp.
60. **Hooper, D.J. 1973.** *Ditylenchus destructor*, CIH, Descriptions of Plant-parasitic nematodes, Set 2, no. 21, s.p.
61. **Hough, A., And Thomason, I.J. 1975.** Effects of aldicarb on the behavior of *Heterodera schachtii* and *Meloidogyne javanica*. J. Nematol. 7:221-229.
62. **Impagro. 1995.** Biobac. Boletines de información. Nemastáticos biológicos. Lima. 11 pp
63. **Impagro. 1995.** Hunter. Boletines de información. Nemastáticos biológicos. Lima. 4 pp
64. **Insunza, V. y Valenzuela, A. 1995.** Control of *Ditylenchus dipsaci* on garlic (*Allium sativum*) with extracts of medicinal plants from Chile. Nematropica, 25:35-41.
65. **Insunza, V.; Aballay, E. y Macaya, J. 2001.** *In vitro* nemastatidal activity of aqueous plant extracts on Chilean populations of *Xiphinema americanum sensu lato*. Nematropica, 31:47-54.

66. **Jaffee, A., Ferris, H., Stapleton, J. J., Norton, M. V. K. y Muldoon, E. 1994.** Parasitism of nematodes by the fungus *Hirsutella rhossiliensis* as Affected by certain organic amendments. *J. Nematol.* 26:152-161.
67. **Jatala, P. 1985.** Biological control of nematodes. Pp.303 – 308 In: Sasser, J.N. and Carter C.C. (eds), *An Advanced Treatise on Meloidogyne*. Vol. 1. North Carolina State University, USA.
68. **Johnson, D.E. and Lear, B. 1965.** Additional information regarding the hot water treatment of seed garlic cloves for the control of the stem and bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*). *Plant Disease Reporter* 49(11):898-899.
69. **Johnson, A. W., and P. A. Roberts. 1994.** Nematodes. Pp. 35-40 in Swarm H.F. and Mohan, S.K. eds. *Compendium of onion and garlic diseases*. St. Paul: American Phytopathological Society.
70. **Kaplan, M. y Noe J. P. 1993.** Effects of chicken-excrement amendments on *Meloidogyne arenaria*. *J. Nematol.* 25:71-77.
71. **Khan, Fia and. P.I. Omiyi. 1985.** Reaction of Selected Cultivars of Onions to root - Knot nemátodes in Northen Nigeria. *International Nematology Nerwork Newsletter.* 2:19-21.
72. **Lazarovits, G., Conn, K. y Tenuta, M. 1997.** Control of *Verticillium dahliae* with soil amendments; efficacy and mode of action. pp. 274-291. In Tjamos, E. C., Rowe, R. C., Heale, J. B. y Fravel, D. R., Edts. *Advances in Verticillium research and disease management*. APS Press, St. Paul, MN, USA.
73. **Lazarovits, G., Tenuta, M. y Conn, K. L. 2000.** Utilization of high nitrogen and swine manure amendments for control of soil-borne diseases: efficacy and mode of action. pp. 59-64. In Gullino, M. L. y Garibaldi, A., Edts. *Acta Hort.* 532: Proceedings of the International Symposium on chemical and non-chemical soil and substrate disinfestations. Pub. International Society for Horticultural Science. ISHS, Leuven, Bélgica.
74. **Lear, B. y Jhonson, D.E.1962.** Treatments for eradication of *Ditylenchus dipsaci* in cloves of garlic. *Plant disease reporter* 46(9):635 – 688.
75. **Llontop, J. Rodriguez J. y Carreño, C. 1992.** Contribución de *P. lilacinus* en el control de la marchitez del espárrago. S.p. en Resumen II congreso Peruano de Nematología. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Cajamarca, Perú.

76. **Lopez, H. 1989.** Nueva variedad de alfalfa (*Medicago sativa*) para la zona centro-norte, resistente al nemátodo del tallo (*Ditylenchus dipsaci*). Agricultura Técnica (Chile) 49(1): 4-19.
77. **Magunacelaya, J. y Dagnino, E. 1999.** Nematología agrícola en Chile. Universidad de Chile, Serie Ciencias Agronómicas N° 2, Santiago, Chile. 282pp.
78. **Mann, L.K. 1952.** Anatomy of the garlic and factors affecting bulb development. Hilgardia 21 (8).
79. **Maroto, J. 2002.** Horticultura herbacea especial. 5ta edición. Edit. Mundi Prensa. España 702 pp.
80. **Meredith, J.A. 1977.** Control of *Ditylenchus dipsaci* in Garlic "seed" in Venezuela. Nematropica 7:3.
81. **Mian, I. H. y Rodríguez-Kábana, R. 1982.** Organic amendments with high tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil. Nematropica 12:221-234.
82. **Muller, R. y Gooch, P.S. 1982.** Organic amendments in nematode control, and examination of the literature. Nematropica 12:319-326.
83. **Mundo, M. 1992.** Nemátodos fitoparásitos del cultivo de ajo y sus consecuencias en la producción. Dpto. de Nematología. Universidad de California, Riverside USA. S.p.
84. **Nickle, R. 1991.** Manual of agricultural nematology. Marcel Dekker. Inc. New York - USA. 1035 pp.
85. **Nieto, L.E. 1986.** Resultados de Investigaciones en Fitopatología del Ajo. Revista Asociación Colombiana de Fitopatología (Ascolfi): pp.16-21
86. **Novartis. S.f.** Vertimec® 1.8 % EC. Boletín técnico. Novartis de Colombia. 10 pp.
87. **Oka, Y., Ben-Daniel, B. y Cohen, Y. 2001.** Nematostatical activity of powder and extracts of *Inula viscose*. Nematology 3(8):735-742.
88. **Palmer, H.; Atkinson, H. y Perry, R. 1991.** The use of DNA probes to identify *Ditylenchus dipsaci*. Revue Nématologie, 14(4):625-628.
89. **Paredes, C.; Roig, A.; Bernal, M.P.; Sánchez-Monedero, M.A. y Cegarra, J. 2000.** Evolution of organic matter and nitrogen during co-composting of olive mill wastewater with solid organic wastes. Biol. Fertil. Soils 3:222-227.
90. **Perdomo, A.; Hurtado F. y Nieto E. 1984.** Parasitismo del nemátodo *Ditylenchus dipsaci* Kuhn (1857). Filipjep (1936) en las principales plántulas cultivadas en

- clima frío en Colombia. Rev. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) 19: 403 – 410).
91. **Philippi, 1989.** Nemastáticos. pp. 165 – 200. En Latorre B. (Editor). Fungicidas y Nemastáticos, avances y aplicabilidad. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
  92. **Plowright, R. Caubel, C. y Mizen, K. 2002.** *Ditylenchus* species. Pp. 107-139. In: Starr, J.; Cook, R. y Bridge, J. (eds.). Plant resistance to parasitic nematodes. Sloug, England. Cab International.
  93. **Point del Perú, 1999.** Bi – O – 80. Boletín técnico, Lima – Perú. 2 pp
  94. **Point del Perú, 1999.** Bi – O – Mar 15. Boletín técnico, Lima – Perú. 2 pp.
  95. **Point del Perú, 1999.** Maxicrop 24 SL. Boletín técnico, Lima – Perú. 2pp.
  96. **Quiu, J.; Westerdahl, B.B.; Giraud, D. and Anderson C.A. 1993.** Evaluation of hot-water treatments for management of *Ditylenchus dipsaci* and fungi in daffodil bulbs. Journal of Nematology 25:686-694.
  97. **Quinn, M.A. 1987.** The influence of saprophytic competition on nematode predation by nematode-trapping fungi. J. Invertebr. Pathol. 49:170-174.
  98. **Quispe, R. 1993.** Tratamiento al 'diente semilla' de ajo Cv. 'Morado Arequipeño' para el control de *D. dipsaci* (Kuhn,1857) Filipjev, 1936. Tesis Ing. Agrónomo.UNSA. Arequipa - Perú. 105 pp.
  99. **Ravines, Z. 2000.** Efecto de dos nemastáticos biológicos y aldicarb en el control de *Meloidogyne incognita* Chitwood 1949, en el cultivo de olivo en Pisco–Ica. Tesis Ingeniero Agronomo. UNALM. La Molina – Perú. 87 pp.
  100. **Reddy, K.C.; Soffes, A.R.; Prine, G.M. y Dunn, R.A. 1986.** Tropical legumes for green manures. II: Nematode populations and their effects on succeeding crop yields. Agron. J. 78:5-10.
  101. **Rey, B. 2002.** Biostat: Bionemastático a base de *Pecilomyces lilacinus*. Serfi SA. División Agrícola SAUME. S.p. En: Resúmenes de la XLIV Convención Nacional de Entomología, Lima, 3 al 7 de Noviembre del 2002. UNALM. Lima.
  102. **Rhône Poulenc 1992.** Mocap 10 G. Boletín informativo de agroquímicos, 18 pp.
  103. **Roberts P.A. and Matthews W.C. 1995.** Disinfection Alternatives for Control of *Ditylenchus dipsaci* in Garlic Seed Cloves. Journal of Nematology 27(4):448-456.

104. **Roberts, P.A. and Greathead, A.S. 1986.** Control of *Ditylenchus dipsaci* in infected garlic seed cloves by nonfumigant nematicides. *Journal of Nematology*, 18(1):66-73.
105. **Roberts, P.A. 1983.** The future of nematology: Integration of new and improved management tactics and strategies. *J. Nematol.* 25:383-394.
106. **Rodríguez, M. 1989.** *Nematología agrícola*. Edit. El Pueblo y Educación. Habana – Cuba. 312 pp.
107. **Rodríguez-Kabana, R. 1991.** Control biológico de nemátodos parasitos de plantas. *Nematropica* 21: 111 – 122.
108. **Rodríguez-Kábana, R.; Boube, D. y Young, R.W. 1989.** Chitinous materials from blue crab for control of root-knot nematode. *Nematropica*, 19:53-74.
109. **Rodríguez-Kábana, R.; Morgan-Jones, G. y Chet, I. 1987.** Biological control of nematodes: Soil amendments and microbial antagonists, *Plant Soil* 100:237-247.
110. **Roe, N.E.; Stofella, P.J. y Bryan, H.H. 1993.** Municipal solid waste compost suppresses weeds in vegetable crops alleys. *HortSci.* 29:1171-1172.
111. **Sasser, J.N. 1989.** *Plant-parasitic nematodes: The farmers Hidden Enemy*. Department of Plant Pathology. North Carolina State University. 115pp.
112. **Sayre, R.M.; Patrick, Z.A. y Thorpe, H.J. 1965.** Identification of a selective nemastática component in extracts of plant residues decomposing in soil. *Nematologica*, 11:263-268.
113. **Sikora, R. y Greco, N. 1990.** Nematode parasites of Food Legumes. Pp. 181 – 235. In: Luc, M.; Sikora, R. y Bridge, J.(eds.). *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. Wallingford, UK. CAB International.
114. **Singh, S.P.; Pant, V.; Khan, A.M. y Saxena, S.K. 1983.** Attractiveness of *Meloidogyne incognita* larvae to roots of tomato and changes in biochemical content of plants as affected by oilcakes and nematicides. *Nematol. mediterr.* 11:115-118.
115. **Sitaramaiah, K. y Singh, R.S. 1974.** The possible effects on *Meloidogyne javanica* of phenolic compounds produced in amended soil. *J. Nematol.* 6:152.
116. **Sitaramaiah, K. y Singh, R.S. 1977.** Effect of atmosphere of amended soil on larval hatch of *Meloidogyne javanica* and its subsequent parasitic capacity. *Indian J. Nematol.* 7:163-166.

117. **Sitaramaiah, K. y Singh, R.S. 1978.** Effect of organic amendment on phenolic content of soil and plant response of *Meloidogyne javanica* and its host to related compounds. *Plant Soil* 50:671-679.
118. **Sosa- Moss, C. y Weihs, A.H. 1973.** Uso de la melaza de caña en frijol ejotero para combatir *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood (Nematoda: Heteroderidae). *Nematropica* 3:18-19.
119. **Southey, J.F. 1993.** Nematode Pests of Ornamental and Bulbs Crops, Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture, CAB International Wallingford, Inglaterra, pp. 463-500.
120. **Southey, J.F. 1978.** Plant Nematology. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Her Majesty's Stationary Office London-England. 440 pp.
121. **Spurr, H.W. 1966.** Nematode cholinesterases and their inhibition by nematicidal carbamates. *Phytopathology* 56:902-903.
122. **Spurr, H.Jr. 1985.** Mode of action of nematicide. Pp. 269-276. En Sasser J.N. y Cartes C.C. (Edts). An advanced treatise on *Meloidogyne* Vol. I: Biology and control. North Carolina State University, U.S.A.
123. **Steele, A.E. 1976.** Effects of oxime carbamate nematicides on development of *Heterodera schachtii* on sugarbeet. *J. Nematol.* 8:137-141.
124. **Steele, A.E.; And Hodges, L.R. 1975.** *In-vitro* and *in-vivo* effects of aldicarb on survival and development of *Heterodera schachtii*. *J. Nematol.* 7:305-312.
125. **Stirling, G.R. 1991.** Biological control of plant parasitic nematodes. Brisbane, Australia. CAB International, 282 pp.
126. **Sumenkova, N. 1982.** Rod *Ditylenchus*. Moskva, Nauka. S.p.
127. **Syngenta, 2009.** Vertimec® 018 EC acaricida e insecticida. Boletín técnico, Chile 8 pp. Disponible en: [www.syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/prod/vertimec018EC.pdf](http://www.syngenta.cl/prodyserv/fitosanitarios/prod/vertimec018EC.pdf)
128. **Tamo, J. 1993.** El nitrógeno y la folcisteina en el rendimiento y contenido de alicina en dos cultivares de ajo (*Allium sativum* L.). Tesis Ingeniero Agronomo. UNSA. Arequipa, Perú. 115 pp.
129. **Taylor, A. 1971.** Introducción a la nematología vegetal aplicada. Guía de la FAO para el estudio y combate de los nemátodos parásitos de plantas. Roma. 134 pp.
130. **Tenente, R. C. V. 1996.** Nematode problems of bulbs, with special reference to *Ditylenchus dipsaci*, *Nematropica*, (1):91-99.
131. **Tenente, R. y Evans, A. 1996.** Winter survival and migration of two populations of



- Ditylenchus dipsaci*. Nematologia Brasileira (Brasil) 20(1):14-21.
132. **Thomason, I. J. y Caswell, E. P. 1987.** Principles of nematode control. pp. 87-130. En Brown, R. H. y Kerry, B. R., eds. Principles and Practice of Nematodes Control in Crops. Academic Press, Sidney
  133. **Thurston, H.D. 1990.** Plant disease management practices of traditional farmers. Plant Dis. 74:96-102.
  134. **Toledo, P. 1996.** Dos nemastáticos biológicos en el control de *D. dipsaci* (Kun, 1857) Filijev, 1936, en ajo Cv. "Morado Arequipeño". Tesis Ing. Agronomo. UNSA. Arequipa - Perú. 98 pp.
  135. **Trett, M.W. y Perry, R.N. 1985.** Effects of the carbamoyloxine, aldicarb, on the ultrastructure of the root-lesión nematodes. *Pratylenchus penetrans*. Nematológica 31: 321 – 334.
  136. **Union Carbide Corporation, 1975.** Temik® aldicarb a systemic pesticide for control of insects, mites and nematodes. Technical Information Bulletin. 63 p.
  137. **Valerin, M. 2003.** Análisis de riesgo de plagas. Cuarentena vegetal. Dirección Protección Fitosanitaria. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. 8p.
  138. **Van Gundy, S.D.; And Mckenry, M.V. 1977.** Action of nematicides. Pp 263-283. In Horsfall, J. and Cowling, E.B. eds., Plant disease, an advanced treatise. Academic Pres., New York.
  139. **Van der Boogert, P. H. J. F.; Velvis, H.; Hettema, C. H. y Bouwman, L. A. 1994.** The role of organic matter in the population dynamics of the endoparasitic nematophagous fungus *Drechmeria coniospora* in microcosms. Nematologica 40:249-257.
  140. **Van Driesche, R.G. and Bellows, T.S.1996.** Biological Control. Chapman & Hall. An International Thomson Publishing Company. USA.447pp.
  141. **Vega E. 1989.** Control químico de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. S.p. In: Curso/Taller sobre producción, comercialización e industrialización de ajo, EEA La Consulta, INTA. Mendoza, Argentina.
  142. **Vega, E.; Molina M. y del Toro, M.S. 1982.** Nuevos métodos de tratamientos de dientes de ajo (*Allium sativum* L.) para el control de *Ditylenchus dipsaci*. Tomo III: 59-78. En el II Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Argentina.
  143. **Viglierchio, D. 1971.** Race genesis in *Ditylenchus dipsaci*. Nematologica 17:386-392.

144. **Ware, G.W. y Whitacre, D.M. 2004.** Introducción a los insecticidas. S.p. En: Texto mundial del MIP. Universidad de Minnesota, USA.
145. **Weltzien, H.C. 1992.** Biological Control of Foliar Fungal Diseases with Compost Extracts. pp. 430-449. En Andrews, J. H. y Hirano, S. S., eds. Microbial Ecology of Leaves.
146. **Wendt, K.; Vrain, T.C.; Webster, J.M. 1993.** Separation of three species of *Ditylenchus* and some host races of *D. dipsaci* by restriction fragment length polymorphism. Journal of Nematology 25(4): 555-563.
147. **Whitehead, A. y Tite, D. 1987.** Chemical control of stem nematode, *Ditylenchus dipsaci*, in field beans (*Vicia faba*). Annals Applied of Biology 110: 341-349.
148. **Whitehead, G.; Tite, D. and Fraser, J. 1983.** Control of stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* (oat race), by aldicarb and resistant plants. Annals of Applied Biology 103(4): 291-299.
149. **Whitehead, A.G. y Bridge, J. 1985.** Control of plant nematology. Pp 398-426. En: P.T. Haskell (Edts). Pesticide application: Principles and practice. Clarendon Press – Oxford, England,
150. **Winfield, A.L. 1970.** Factors affecting the control by hot-water treatment of stem nematode *Ditylenchus dipsaci* (Kiihn) Filipjev in narcissus bulbs. Journal of Horticultural Science 45:447-456.
151. **Wright, D.J. 1981.** Nematicides: Mode of action and new approaches to chemical control. Pp. 421-429. En Zuckerman M. y Hrhode R.A. (Edts), Plant parasitic nematodes. Vol. III. Academic Press, INC., London U.K.
152. **Zumarán, G. y Delgado Miriam. 1995.** Termoterapia y Control Químico, Boletín técnico. S.p.

## **ANEXO**

**Cuadro 31. ANVA de Pi (ind/5 g de tejido) para tratamiento químico a semilla de ajo e inmersión a 5 minutos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
Oxamyl 24 L 2 %	3 162	19 205	24 383	1 326	12 019
Carbofuran 48 F 1 %	31 800	347	142	11 071	10 840
Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5‰	26 864	9 564	10 457	12 176	14 765
Hunter 2 ‰	26	4 293	23 021	16 883	11 056
Benomyl 50 PM 3 ‰	5 469	16 932	6 180	6 938	8 880
Bio-Mar-15 40 ‰	6 250	17 978	1 403	22 017	11 912
Carbofuran 48 F 1.5 ‰	10 060	5 267	915	7 725	5 992
Abamectina 1.8 EC 2 ‰	12 030	19 758	30 136	29 518	22 861
Biostat 0.5 ‰	13 444	16 000	5 819	25 921	15 296
Testigo 5 minutos	1 040	16 290	10 440	13 520	10 323

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Tratamiento	9	743 214 478	82 579 386,4	0,95948	2,21	NS
Error	30	2 582 009 188	86 066 972,9			
Total	39	3 325 223 666				

C.V.= 74,85

**Cuadro 32. ANVA para Pf (ind/5 g de tejido) para tratamiento químico a semilla de ajo e inmersión a 5 minutos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
Oxamyl 24 L 2 %	184	524	575	833	529
Carbofuran 48 F 1 %	4 509	57	57	1 933	1 639
Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5‰	9 266	17 556	10 589	16 930	13 585
Hunter 2 ‰	465	833	40 152	10 405	12 964
Benomyl 50 PM 3 ‰	15 607	348	13 489	3 151	8 149
Bio-Mar-15 40 ‰	1 835	2 031	859	8 715	3 360
Carbofuran 48 F 1.5 ‰	506	1 046	772	481	701
Abamectina 1.8 EC 2 ‰	3 919	3 571	1 610	3 500	3 150
Biostat 0.5 ‰	14 110	20 533	7 700	29 111	17 864
Testigo 5 minutos	3 240	26 920	21 520	17 360	17 260

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Tratamiento	9	60 869,908	6 763,3231	4,4827	2,21	*
Error	30	45 262,806	1 508,7602			
Total	39	10 613,714				

C.V.= 53,52

**Cuadro 33. ANVA, Pf/Pi con  $\sqrt{x+1}$  para tratamiento químico a la semilla de ajo e inmersión a 5 minutos para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
Oxamyl 24 L 2 %	0,06	0,03	0,02	0,63	0,04
Carbofuran 48 F 1 %	0,14	0,16	0,40	0,17	0,15
Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5‰	0,34	1,84	1,01	1,39	0,92
Hunter 2 ‰	17,79	0,19	1,74	0,62	1,17
Benomyl 50 PM 3 ‰	2,85	0,02	2,18	0,45	0,92
Bio-Mar-15 40 ‰	0,29	0,11	0,61	0,40	0,28
Carbofuran 48 F 1.5 ‰	0,05	0,20	0,84	0,06	0,12
Abamectina 1.8 EC 2 ‰	0,33	0,18	0,05	0,12	0,14
Biostat 0.5 ‰	1,05	1,28	1,32	1,12	1,17
Testigo 5 minutos	3,12	1,65	2,06	1,28	1,67

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Tratamiento	9	4,07537	0,45282	1,7022	2,21	NS
Error	30	7,98055	0,26602			
Total	39	12,05592				

C.V.= 37,38

**Cuadro 34. ANVA de Pi para tratamiento químico a la semilla e inmersión a 1, 4, 24 horas para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
Oxamyl 24 L 2 %	11 417	33 405	10 671	6 530	15 506
Carbofuran 48 F 1 %	9 579	5 140	13 281	38 929	16 732
Hunter 2 ‰ + Biobac 2.5‰	4 762	44 220	45 250	50 133	36 091
Hunter 2 ‰	752	11 044	13 976	5 743	7 879
Benomyl 50 PM 3 ‰	15 865	33 730	19 965	17 581	21 786
Bio-Mar-15 40 ‰	650	35 806	10 714	14 091	15 315
Carbofuran 48 F 1.5 ‰	1 042	1 078	4 167	4 905	2 798
Abamectina 1.8 EC 2 ‰	20 956	4 706	20 890	1 078	11 907
Biostat 0.5 ‰	14 058	5 417	3 333	2 500	6 327
Testigo 24 horas	5 640	8 920	7 000	2 920	6 120
Testigo 4 horas	4 200	4 560	3 240	16 400	7 100
Testigo 1 hora	14 120	4 960	10 600	13 240	10 730

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Tratamientos	11	3 595 437 056	326 857 914	3,7277	2,004	*
Error	36	4 033 434 645	87 683 361,8			
Total	47	7 628 871 701				

C.V.= 70,99

**Cuadro 35. ANVA de Pf para tratamiento químico a la semilla e inmersión a 1, 4, 24 horas para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
Oxamyl 24 L 2 %	146	145	234	28	138
Carbofuran 48 F 1 %	193	9	511	19	183
Hunter 2 %o + Biobac 2.5%o	1 908	2 134	787	2 043	1 718
Hunter 2 %o	488	4 421	3 398	1 157	2 366
Benomyl 50 PM 3 %o	5 307	1 394	2 615	3 591	3 227
Bio-Mar-15 40 %o	909	656	473	119	539
Carbofuran 48 F 1.5 %o	5	11	48	341	101
Abamectina 1.8 EC 2 %o	146	365	231	591	333
Biostat 0.5 %o	14 858	5 310	2 103	4 779	6 763
Testigo 24 horas	3 840	2 880	1 440	1 920	2 520
Testigo 4 horas	3 920	2 960	5 840	18 080	7 700
Testigo 1 hora	20 280	15 000	12 560	24 000	17 960

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Tratamientos	11	60 924,1006	5 538,5546	22,4294	2,004	**
Error	36	11 358,8807	246,9322			
Total	47	72 282,9814				

C.V.= 34,10

**Cuadro 36. ANVA de Pf/Pi con  $\sqrt{x+1}$  para tratamiento químico a la semilla e inmersión a 1, 4, 24 horas para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamiento	I	II	III	IV	Promedio
Oxamyl 24 L 2 %	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
Carbofuran 48 F 1 %	0,02	0,00	0,04	0,00	0,01
Hunter 2 %o + Biobac 2.5%o	0,40	0,05	0,02	0,04	0,05
Hunter 2 %o	0,65	0,40	0,24	0,20	0,30
Benomyl 50 PM 3 %o	0,33	0,04	0,13	0,20	0,15
Bio-Mar-15 40 %o	1,40	0,02	0,04	0,01	0,04
Carbofuran 48 F 1.5 %o	0,00	0,01	0,01	0,07	0,03
Abamectina 1.8 EC 2 %o	0,01	0,08	0,01	0,55	0,03
Biostat 0.5 %o	1,06	0,98	0,63	1,91	1,07
Testigo 24 horas	0,68	0,32	0,21	0,66	0,41
Testigo 4 horas	0,93	0,65	1,80	1,10	1,08
Testigo 1 hora	1,44	3,02	1,18	1,81	1,67

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Tratamientos	11	2,08957	0,18996	12,8685	2,004	**
Error	36	0,67904	0,01476			
Total	47	2,76861				

C.V.= 10,16

**Cuadro 37. ANVA de Pi con  $\sqrt{x + 10}$  para en tratamientos al suelo y aplicaciones foliares en ajo para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamiento	I	II	III	IV	Promed
Carbofuran 5G 50 kg/ha	22	3	11	5	10
Carbofuran 5G 50 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5 ‰	65	5	38	13	30
Carbofuran 5G 50 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	13	6	10	89	30
Aldicarb 15G 20 kg/ha	22	12	7	3	11
Aldicarb 15G 20 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5 ‰	7	4	10	3	6
Aldicarb 15G 20 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	43	21	3	6	18
Carbofuran 48F 2L/ha	3	8	11	3	6
Carbofuran 48F 2L/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5‰	9	4	12	12	9
Carbofuran 48F 2L/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	12	21	3	2	10
Fenamifos 10 G 25 kg/ha	42	3	7	11	16
Fenamifos 10 G 25 kg/ha+ 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5 ‰	16	3	5	21	11
Fenamifos 10 G 25 kg/ha+ 2 aplic. Vidate 24 L 5‰	2	15	4	4	6
Ethoprofos 15G 35 kg/ha	23	5	3	7	10
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5‰	3	7	14	28	13
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	9	5	3	12	7
Dazomet 98% G 200kg/ha	23	13	11	5	13
Maxicrop 24 L 2.5 ‰	3	12	7	8	8
Maxicrop 24 L 2.5 ‰ + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5 ‰	18	21	3	12	14
Maxicrop 24 L 2.5 ‰ + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	3	22	2	17	11
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha	12	9	4	3	7
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5 ‰	11	3	24	5	11
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	8	10	13	2	8
Cadusafos 10 G 30 kg/ha	9	14	44	5	18
Cadusafos 10 G 30 kg/ha+ 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5‰	16	3	5	2	7
Cadusafos 10 G 30 kg/ha+ 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	13	7	7	9	9
Biostat 0.5 ‰	39	2	9	17	17
Biostat 0.5‰ + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5 ‰	25	7	2	18	13
Biostat 0.5‰ + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	11	5	3	29	12
Bi-O-80 100 kg/ha	13	3	4	7	7
Bi-O-80 100 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2,5 ‰	4	11	7	8	8
Bi-O-80 100 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	7	5	3	19	9
Sin tratamiento químico	21	2	17	3	11

Fuente de variabilidad	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Bloque	3	11,0097905	3,66993	3,20251	2,699	*
Tratamiento	31	29,8346451	0,96240	0,83983	1,564	NS
Error	93	106,573455	1,14595			
Total	127	147,41789				

C.V.= 23,64

**Cuadro 38. ANVA de Pf con  $\sqrt{x + 10}$  para tratamientos al suelo y aplicaciones foliares para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	Promed
Carbofuran 5G 50 kg/ha	34	0	7	2	11
Carbofuran 5G 50 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5 ‰	9	0	6	7	6
Carbofuran 5G 50 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	16	15	2	17	13
Aldicarb 15G 20 kg/ha	20	17	2	0	10
Aldicarb 15G 20 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5 ‰	6	0	1	12	5
Aldicarb 15G 20 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	13	2	9	0	6
Carbofuran 48F 2L/ha	30	4	16	2	13
Carbofuran 48F 2L/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5‰	11	6	22	25	16
Carbofuran 48F 2L/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	4	6	4	21	9
Fenamifos 10 G 25 kg/ha	3	23	0	33	15
Fenamifos 10 G 25 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5 ‰	3	12	1	4	5
Fenamifos 10 G 25 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5‰	3	0	6	5	4
Ethoprofos 15G 35 kg/ha	27	10	1	13	13
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5‰	1	1	2	0	1
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	3	14	1	0	5
Dazomet 98% G 200kg/ha	2	3	9	3	4
Maxicrop 24 L 2.5 ‰	9	3	26	12	13
Maxicrop 24 L 2.5 ‰ + 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5 ‰	1	15	6	0	6
Maxicrop 24 L 2.5 ‰ + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	6	5	8	18	9
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha	2	2	0	30	9
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5 ‰	5	14	10	26	14
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	1	31	6	9	12
Cadusafos 10 G 30 kg/ha	8	9	31	26	19
Cadusafos 10 G 30 kg/ha+ 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5‰	18	3	20	27	17
Cadusafos 10 G 30 kg/ha+ 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	21	8	6	1	9
Biostat 0.5 ‰	96	19	35	6	39
Biostat 0.5‰ + 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5 ‰	11	23	0	14	12
Biostat 0.5‰ + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	26	5	18	11	15
Bi-O-80 100 kg/ha	7	28	1	2	10
Bi-O-80 100 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰+ Biobac 2,5 ‰	3	7	12	1	6
Bi-O-80 100 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	2	1	19	0	6
Sin tratamiento químico	147	8	42	4	50

Fuente De Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significac
Bloque	3	5,71939	1,90647	1,14766	2,699	NS
Tratamiento	31	73,42533	2,36856	1,42583	1,564	NS
Error	93	154,48967	1,66118			
Total	127	233,63439				

C.V.= 28,89



**Cuadro 39. ANVA de Pf/Pi con  $\sqrt{x+10}$  para tratamientos al suelo y aplicaciones foliares para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	Promed
Carbofuran 5G 50 kg/ha	1,5	0,0	0,6	0,4	1,10
Carbofuran 5G 50 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5 ‰	0,1	0,0	0,2	0,5	0,20
Carbofuran 5G 50 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	1,2	2,5	0,2	0,2	0,43
Aldicarb 15G 20 kg/ha	0,9	1,4	0,3	0,0	0,91
Aldicarb 15G 20 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5 ‰	0,9	0,0	0,1	4,0	0,83
Aldicarb 15G 20 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	0,3	0,1	3,0	0,0	0,33
Carbofuran 48F 2L/ha	10,0	0,5	1,5	0,7	2,17
Carbofuran 48F 2L/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5‰	1,2	1,5	1,8	2,1	1,78
Carbofuran 48F 2L/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	0,3	0,3	1,3	10,5	0,90
Fenamifos 10 G 25 kg/ha	0,1	7,7	0,0	3,0	0,94
Fenamifos 10 G 25 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5 ‰	0,2	4,0	0,2	0,2	0,45
Fenamifos 10 G 25 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5‰	1,5	0,0	1,5	1,3	0,67
Ethoprofos 15G 35 kg/ha	1,2	2,0	0,3	1,9	1,30
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5‰	0,3	0,1	0,1	0,0	0,08
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	0,3	2,8	0,3	0,0	0,71
Dazomet 98% G 200kg/ha	0,1	0,2	0,8	0,6	0,31
Maxicrop 24 L 2.5 ‰	3,0	0,3	3,7	1,5	1,63
Maxicrop 24 L 2.5 ‰ + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5 ‰	0,1	0,7	2,0	0,0	0,43
Maxicrop 24 L 2.5 ‰ + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	2,0	0,2	4,0	1,1	0,82
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha	0,2	0,2	0,0	10,0	1,29
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5 ‰	0,5	4,7	0,4	5,2	1,27
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	0,1	3,1	0,5	4,5	1,50
Cadusafos 10 G 30 kg/ha	0,9	0,6	0,7	5,2	1,06
Cadusafos 10 G 30 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5‰	1,1	1,0	4,0	13,5	2,43
Cadusafos 10 G 30 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	1,6	1,1	0,9	0,1	1,00
Biostat 0.5 ‰	2,5	9,5	3,9	0,4	2,29
Biostat 0.5‰ + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5 ‰	0,4	3,3	0,0	0,8	0,92
Biostat 0.5‰ + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	2,4	1,0	6,0	0,4	1,25
Bi-O-80 100 kg/ha	0,5	9,3	0,3	0,3	1,43
Bi-O-80 100 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac2.5 ‰	0,8	0,6	1,7	0,1	0,75
Bi-O-80 100 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	0,3	0,2	6,3	0,0	0,67
Sin tratamiento químico	7,0	4,0	2,5	1,3	4,55

Fuente De Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Signif
Bloque	3	0,21847	0,07282	0,61152	2,699	NS
Tratamiento	31	3,01194	0,09716	0,81588	1,564	NS
Error	93	11,07491	0,11908			
Total	127	14,30532				

C.V.= 10,11

**Cuadro 40. Rendimiento de ajo para tratamientos al suelo y aplicaciones foliares para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	kg/parcela	t/ha
Carbofuran 5G 50 kg/ha	2,06	2,24	2,29	2,01	2,15	4,78
Carbofuran 5G 50 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	3,55	2,90	3,15	2,60	3,05	6,78
Carbofuran 5G 50 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	2,08	3,47	1,11	2,88	2,39	5,30
Aldicarb 15G 20 kg/ha	2,45	3,55	2,50	3,35	2,96	6,58
Aldicarb 15G 20 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	3,35	2,90	2,80	2,15	2,80	6,22
Aldicarb 15G 20 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	2,25	2,05	1,25	2,50	2,01	4,47
Carbofuran 48F 2L/ha	2,45	2,65	1,10	0,80	1,75	3,90
Carbofuran 48F 2L/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	3,20	0,70	0,55	3,00	1,86	4,14
Carbofuran 48F 2L/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	2,45	3,15	1,55	2,00	2,29	5,08
Fenamifos 10 G 25 kg/ha	2,16	2,32	1,60	1,46	1,89	4,25
Fenamifos 10 G 25 kg/ha+ 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	3,20	3,05	1,05	2,80	2,53	5,61
Fenamifos 10 G 25 kg/ha+ 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	3,15	4,10	1,60	2,80	2,91	6,47
Ethoprofos 15G 35 kg/ha	2,35	3,15	1,65	2,50	2,41	5,36
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	2,70	3,90	2,30	2,40	2,83	6,28
Ethoprofos 15G 35 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	1,95	3,25	2,70	2,30	2,55	5,67
Dazomet 98% G 200kg/ha	1,45	1,35	2,25	3,05	2,03	4,50
Maxicrop 24 L 2.5 ‰	1,30	2,95	1,17	1,60	1,76	3,90
Maxicrop 24 L 2.5 ‰ + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	0,90	1,65	3,70	2,40	2,16	4,81
Maxicrop 24 L 2.5 ‰ + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	2,80	2,90	1,45	2,90	2,51	5,58
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha	1,40	3,00	2,40	0,40	1,80	4,00
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha+ 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	2,20	3,50	1,20	0,90	1,95	4,33
Abamectina 1.8 EC 1 L/ha+ 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	3,70	1,10	0,25	3,90	2,24	4,97
Cadusafos 10 G 30 kg/ha	2,65	0,50	1,95	1,60	1,68	3,72
Cadusafos 10 G 30 kg/ha+ 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	2,55	0,95	2,05	2,20	1,94	4,31
Cadusafos 10 G 30 kg/ha+ 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	1,40	2,10	1,10	3,00	1,90	4,22
Biostat 0.5 ‰	0,90	3,00	1,35	1,70	1,74	3,86
Biostat 0.5 ‰ + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	1,90	1,30	3,00	1,00	1,80	4,00
Biostat 0.5 ‰ + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	2,55	0,20	2,40	1,40	1,64	3,64
Bi-O-80 100 kg/ha	3,20	3,10	1,05	3,40	2,69	5,97
Bi-O-80 100 kg/ha + 2 aplic. Hunter 2 ‰ + Biobac 2,5 ‰	3,40	2,30	3,10	2,98	2,95	6,54
Bi-O-80 100 kg/ha + 2 aplic. Vidate 24 L 5 ‰	2,70	1,60	2,60	2,15	2,26	5,03
Sin tratamiento químico	0,90	1,70	1,20	2,80	1,65	3,67

Fuente De Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Bloque	3	5,84413	1,94804	2,57671	2,699	NS
Tratamiento	31	24,37275	0,78622	1,03994	1,564	NS
Error	93	70,30972	0,75602			
Total	127	100,52659				

C.V.= 39,16

**Cuadro 41. ANVA de Pi con  $\sqrt{x + 1}$  para termoterapia por grado mas inmersión química para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
Grado 1+ Benomyl 2‰	32	40	102	105	70
Grado 1+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5 ‰	12	161	420	88	170
Grado 1 sin tratamiento químico	38	73	141	21	68
Grado 2+ Benomyl 2‰	63	122	1 307	317	452
Grado 2+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5 ‰	36	785	1 061	866	687
Grado 2 sin tratamiento químico	452	146	79	978	414
Grado 3+ Benomyl 2‰	1 073	5 122	4 342	1 185	2 931
Grado 3+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5 ‰	2 111	1 240	572	958	1 220
Grado 3 sin tratamiento químico	3 560	997	2 300	2 455	2 328
Grado 4+ Benomyl 2‰	6 607	3 368	4 612	1 240	3 957
Grado 4+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5 ‰	8 148	3 010	12 988	2 808	6 739
Grado 4 sin tratamiento químico	10 220	8 525	3 011	2 600	6 089
Grado 5+ Benomyl 2‰	12 050	27 500	8 533	10 980	14 766
Grado 5+ Hunter 2‰ + Biobac 2,5 ‰	26 593	17 692	20 387	5 155	17 457
Grado 5 sin tratamiento químico	5 730	13 281	11 417	6 529	9 239

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significacion
Tratamiento	14	88393,751	6313,839	10,5404	2,04	*
Error	30	17970,419	599,0139			
Total	44	106364,170				

C.V.= 47,39

**Cuadro 42. ANVA de Pf con  $\sqrt{x + 10}$  para termoterapia por grado más inmersión química para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
Grado 1+ Benomyl 2‰	4	6	12	7	7
Grado 1+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	0	12	9	11	8
Grado 1 sin tratamiento químico	4	9	17	1	8
Grado 2+ Benomyl 2‰	13	30	217	53	78
Grado 2+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	5	77	43	81	52
Grado 2 sin tratamiento químico	79	24	9	158	68
Grado 3+ Benomyl 2‰	134	640	543	148	366
Grado 3+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	317	119	62	83	145
Grado 3 sin tratamiento químico	491	137	336	310	319
Grado 4+ Benomyl 2‰	984	374	609	137	526
Grado 4+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	542	280	1 865	489	794
Grado 4 sin tratamiento químico	1 581	1 036	544	370	883
Grado 5+ Benomyl 2‰	1 721	3 571	1 361	4 325	2 745
Grado 5+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	1 677	427	4 212	982	1 825
Grado 5 sin tratamiento químico	1 075	2 818	2 245	1 438	1 894

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significacion
Tratamiento	14	13011,6810	929,4058	8,8943	2,04	*
Error	30	3134,8357	104,4945			
Total	44	16146,5167				

C.V.= 51,85

**Cuadro 43. ANVA de Pf/Pi con  $\sqrt{x + 1}$  para termoterapia por grado mas inmersión química para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Pf/Pi	I	II	III	IV	Promedio
Grado 1+ Benomyl 2‰	0,13	0,15	0,12	0,07	0,10
Grado 1+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	0,00	0,07	0,02	0,13	0,05
Grado 1 sin tratamiento químico	0,11	0,12	0,12	0,05	0,11
Grado 2+ Benomyl 2‰	0,21	0,25	0,17	0,17	0,17
Grado 2+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	0,14	0,10	0,04	0,09	0,07
Grado 2 sin tratamiento químico	0,17	0,16	0,11	0,16	0,16
Grado 3+ Benomyl 2‰	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12
Grado 3+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	0,15	0,10	0,11	0,09	0,12
Grado 3 sin tratamiento químico	0,14	0,14	0,15	0,13	0,14
Grado 4+ Benomyl 2‰	0,15	0,11	0,13	0,11	0,13
Grado 4+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	0,07	0,09	0,14	0,17	0,12
Grado 4 sin tratamiento químico	0,15	0,12	0,18	0,14	0,14
Grado 5+ Benomyl 2‰	0,14	0,13	0,16	0,39	0,19
Grado 5+ Hunter 2‰ + Biobac 2.5 ‰	0,06	0,02	0,21	0,19	0,10
Grado 5 sin tratamiento químico	0,19	0,21	0,20	0,22	0,20

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significacion
Tratamiento	14	0,101189	0,00723	1,90967	2,04	*
Error	30	0,113545	0,00378			
Total	44	0,214734				

C.V.= 45,89

**Cuadro 44. ANVA de Pi para Macerado de ajo Cv. Napurí, Morado Arequipeño y Barranquino en inmersión a 24 horas para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
25 % macerado Napuri/24hr	6 713	8 720	9 416	15 380	10 057
50 % macerado Napuri/24hr	2 650	11 343	10 980	7 587	8 140
75 % macerado Napuri/24hr	11 910	8 202	21 624	12 579	13 579
25 % macerado Morado/24hr	5 235	4 324	4 030	8 895	5 621
50 % macerado Morado/24hr	26 158	11 548	26 011	10 000	18 429
75% macerado Morado/24hr	6 852	10 112	13 690	21 479	13 033
25 % macerado Barranquino/24hr	8 186	4 713	8 125	5 482	6 626
50 % macerado Barranquino/24hr	11 747	4 583	4 719	13 561	8 652
75% macerado Barranquino/24hr	11 948	52 759	7 619	6 059	19 596
Sin macerado/ 24 horas	5 640	8 920	7 000	2 920	6 120

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significacion
Tratamiento	9	1 5702,774	1 744,7527	1,81559	2,21	NS
Error	30	2 8829,547	960,9849			
Total	39	4 4532,321				

C.V.= 31,198

**Cuadro 45. ANVA de Pf para macerado de ajo Cv. Napurí, Morado Arequipeño y Barranquino en inmersión a 24 horas para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
25 % macerado Napuri/24hr	208	37	93	455	198
50 % macerado Napuri/24hr	52	107	113	60	83
75 % macerado Napuri/24hr	75	75	42	193	96
25 % macerado Morado/24hr	99	136	54	50	85
50 % macerado Morado/24hr	416	51	120	53	160
75% macerado Morado/24hr	34	11	23	80	37
25 % macerado Barranquino/24hr	367	381	128	48	231
50 % macerado Barranquino/24hr	525	13	54	29	155
75% macerado Barranquino/24hr	417	46	245	263	243
Sin macerado/ 24 horas	3 840	2 880	1 440	1 920	2 520

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significacion
Tratamiento	9	4644,4948	516,05497	19,91965	2,21	*
Error	30	777,2049	25,90683			
Total	39	5421,6998				

C.V.= 27,4

**Cuadro 46. ANVA de Pf/Pi para macerado de ajo Cv. Napurí, Morado Arequipeño y Barranquino en inmersión a 24 horas para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Pf/Pi	I	II	III	IV	Promedio
25 % macerado Napuri/24hr	0,031	0,004	0,010	0,030	0,020
50 % macerado Napuri/24hr	0,020	0,009	0,010	0,008	0,010
75 % macerado Napuri/24hr	0,006	0,009	0,002	0,015	0,007
25 % macerado Morado/24hr	0,019	0,031	0,013	0,006	0,015
50 % macerado Morado/24hr	0,016	0,004	0,005	0,005	0,009
75% macerado Morado/24hr	0,005	0,001	0,002	0,004	0,003
25 % macerado Barranquino/24hr	0,045	0,081	0,016	0,009	0,035
50 % macerado Barranquino/24hr	0,045	0,003	0,012	0,002	0,018
75% macerado Barranquino/24hr	0,035	0,001	0,032	0,043	0,012
Sin macerado/ 24 horas	0,681	0,323	0,206	0,658	0,415

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significacion
Tratamiento	9	0,58050742	0,06450	20,68445	2,21	*
Error	30	0,09354974	0,00312			
Total	39	0,67405716				

C.V.= 14,69

**Cuadro 47. ANVA de Pi para aplicación de estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
Estiercol de vacuno 10 t/ha	4	6	11	3	6
Estiercol de vacuno 20 t/ha	3	8	15	2	7
Estiercol de vacuno 30 t/ha	23	10	14	5	13
Gallinaza 5 t/ha	4	15	7	9	9
Gallinaza 10 t/ha	22	12	3	11	12
Gallinaza 15 t/ha	15	36	33	4	22
Humus de lombriz 2 t/ha	11	2	51	5	17
Humus de lombriz 4 t/ha	115	21	4	45	46
Sin enmienda orgánica	39	2	9	17	17

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significacion
Bloque	3	6,65785	2,21928	0,966802	2,96	NS
Tratamiento	8	26,69019	3,33627	1,453404	2,25	NS
Error	24	55,09177	2,29549			
Total	35	88,43982	2,52685			

C.V.= 30,86

**Cuadro 48. ANVA de Pf para aplicación de estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamiento	I	II	III	IV	Tratamiento
Estiercol de vacuno 10 t/ha	5	19	3	1	7
Estiercol de vacuno 20 t/ha	0	25	2	9	9
Estiercol de vacuno 30 t/ha	13	16	15	0	11
Gallinaza 5 t/ha	3	8	16	1	7
Gallinaza 10 t/ha	6	1	0	3	2
Gallinaza 15 t/ha	4	21	2	8	9
Humus de lombriz 2/ha	12	25	1	3	10
Humus de lombriz 4/ha	26	8	11	6	13
Sin enmienda orgánica	125	19	75	6	56

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significacion
Bloque	3	9,96562	3,32187	1,66127	2,96	NS
Tratamiento	8	43,88537	5,48567	1,88527	2,25	NS
Error	24	47,99028	1,99959			
Total	35	101,84127	2,90975			

C.V.= 30,99

**Cuadro 49. ANVA de Pf/Pi para aplicación de estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
Estiercol de vacuno 10 t/ha	1,13	3,08	0,27	0,17	1,17
Estiercol de vacuno 20 t/ha	0,00	3,13	0,10	4,50	1,29
Estiercol de vacuno 30 t/ha	0,54	1,55	1,07	0,00	0,85
Gallinaza 5 t/ha	0,63	0,50	2,29	0,11	0,78
Gallinaza 10 t/ha	0,27	0,04	0,00	0,27	0,17
Gallinaza 15 t/ha	0,27	0,58	0,05	2,00	0,41
Humus de lombriz 2/ha	1,09	12,25	0,02	0,60	0,59
Humus de lombriz 4/ha	0,23	0,38	2,63	0,12	0,28
Sin enmienda orgánica	3,21	9,50	8,33	0,35	3,29

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Bloques	3	2,14594	0,715315	2,06137	2,96	NS
Tratamiento	8	4,90962	0,613703	1,76855	2,25	NS
Error	24	8,32822	0,347009			
Total	35	15,38378	0,439537			

C.V.= 39,06



**Cuadro 50. Rendimiento de ajo con aplicaciones de estiércol de vacuno, gallinaza y humus de lombriz para componentes del manejo integrado de *Ditylenchus dipsaci* en ajo. Irrigación Majes. 1999 -2001.**

Tratamientos	I	II	III	IV	kg/parcela	t/ha
Estiercol de vacuno 10 t/ha	1,00	2,30	2,50	1,90	1,93	4,28
Estiercol de vacuno 20 t/ha	1,60	2,90	1,80	4,30	2,65	5,89
Estiercol de vacuno 30 t/ha	1,90	2,50	1,20	3,20	2,20	4,89
Gallinaza 5 t/ha	1,60	4,70	1,80	2,70	2,70	6,00
Gallinaza 10 t/ha	1,90	3,65	4,15	3,20	3,23	7,17
Gallinaza 15 t/ha	1,10	2,50	3,10	2,60	2,33	5,17
Humus de lombriz 2/ha	2,45	3,00	2,60	1,30	2,34	5,19
Humus de lombriz 4/ha	2,40	2,50	2,40	1,70	2,25	5,00
Sin enmienda orgánica	0,90	1,70	1,20	2,80	1,65	3,67

Fuente de variabilidad	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Significación
Bloques	3	6,74619	2,248729	3,682375	2,96	*
Tratamiento	9	26,81556	2,979505	4,879049	2,25	*
Error	27	16,48819	0,610674			
Total	39	50,04994	1,283332			

C.V.= 33,08