

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMIA

**Efecto de la materia orgánica del suelo y del tipo de suelo,  
sobre el daño causado por *Phytoloema herrmanni* Germ., en  
plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.)**

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

**Martín Javier Berrocal Iturra**

VALDIVIA-CHILE

2006

**PROFESOR PATROCINANTE:**

Sr. Roberto Carrillo LI.

Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

---

**PROFESORES INFORMANTES:**

Sra. Laura Böhm S.

Ing. Agr.

---

Sr. Miguel Neira C.

Ing. Agr.

---

Dedicada a  
“Mis padres”:  
Martín y Teresa,  
“Mis hermanos”:  
Marco, Miguel y Cesar.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar de todo corazón mis agradecimientos a las siguientes personas.

A mis padres por haberme dado la posibilidad de estudiar esta hermosa carrera, ya que sin su esfuerzo y el apoyo de mis hermanos me hubiese sido imposible llegar al final de este camino.

A mi profesor patrocinante Sr. Roberto Carrillo por su valiosa ayuda, excelente disposición, por su paciencia y amistad.

Mis profesores informantes, Sra. Laura Böhm y Sr. Miguel Neira por todo su apoyo y colaboración; agradecer también a la Sra. Silvia por su amabilidad y simpatía.

A la Sra. Norma, don Tato y la Sra. Hilda, por acogerme en su hogar como un hijo más, por sus consejos y palabras de aliento.

Por último quiero agradecer a mis grandes amigos Rocky, Cristian, Lalo y Mauricio con quienes compartí estos hermosos años, como olvidar a nuestro equipo "Los socitos", con el que participábamos en los campeonatos de la escuela, a ellos y a las personas con quienes compartí a lo largo de estos años gracias por siempre.

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION.	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA.	3
2.1	Ubicación sistemática y características generales de la familia Scarabaeidae.	3
2.2	Hábitos alimenticios de la familia Scarabaeidae.	4
2.3	Importancia económica de la familia Scarabaeidae.	5
2.4	Escarabeidos de importancia en la zona sur de Chile.	7
2.4.1	Características morfológicas y ciclo de vida de <i>Phytoloema herrmanii</i> .	7
2.4.1.1	Huevo.	8
2.4.1.2	Larva.	8
2.4.1.3	Pupa.	10
2.4.1.4	Adulto.	10
2.4.2	Ciclo estacional de <i>Phytoloema herrmanii</i> Germ.	11
2.5	Importancia económica de <i>Phytoloema herrmanii</i> .	13
2.6	Factores que influyen sobre el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia de larvas de escarabeidos.	14
2.6.1	Características del suelo.	14
2.6.2	Humedad del suelo.	15
2.6.3	Temperatura del suelo.	16
2.6.4	Manejo cultural.	17
2.6.5	Antagonistas.	17
2.6.6	Competencia interespecífica e intraespecífica.	18
2.7	Compensación o sobrecompensación de plantas.	19

2.8	Plantas resistentes al ataque de larvas de escarabeidos.	20
2.9	Germinación y emergencia del trigo.	21
3	MATERIAL Y METODO.	23
3.1	Material.	23
3.1.1	Ubicación.	23
3.1.2	Material biológico.	23
3.1.3	Suelo.	23
3.1.4	Macetas.	24
3.1.5	Fertilizantes.	24
3.1.6	Plaguicidas.	24
3.1.7	Material para colecta.	24
3.1.8	Material para preparación del sustrato.	24
3.1.9	Material utilizado en la cosecha.	24
3.1.10	Material para el análisis de muestras.	25
3.1.11	Otros materiales.	25
3.2	Método.	26
3.2.1	Duración de la investigación.	26
3.2.2	Preparación del sustrato.	27
3.2.3	Obtención de las larvas.	30
3.2.4	Densidad larval.	31
3.2.5	Siembra.	31
3.2.6	Fertilización.	32
3.2.7	Control de malezas e insectos.	32
3.2.8	Riego.	32
3.2.9	Cosecha.	32
3.3	Parámetros evaluados.	33
3.3.1	Materia seca foliar y radical.	33
3.3.2	Materia seca total.	34
3.3.3	Número total de plantas.	34

3.3.4	Altura de las plantas.	34
3.3.5	Número de las hojas.	34
3.3.6	Número de macollos a la cosecha.	34
3.3.7	Longitud del área radical.	34
3.3.8	Sobrevivencia larval.	35
3.3.9	Relación entre la parte aérea y radical.	35
3.3.10	Relación entre la materia seca radical y la longitud de la raíz.	35
3.3.11	Diseño experimental.	35
3.4	Análisis estadístico.	35
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	36
4.1	Efecto de la materia orgánica del suelo y de larvas de <i>Phytoloema herrmanni</i> sobre plantas de trigo.	36
4.2	Sobrevivencia larval en un suelo con distinto contenido de materia orgánica.	59
4.3	Efecto del tipo de suelo y de larvas de <i>Phytoloema herrmanni</i> sobre plantas de trigo.	63
4.4	Sobrevivencia larval en distintos tipos de suelo.	88
5	CONCLUSIONES	91
6	RESUMEN	92
	SUMMARY	94
7	BIBLIOGRAFIA	95
	ANEXOS	103

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características morfométricas de los estadios larvales de <i>P. herrmanni</i> Germ.	10
2	Tratamientos ensayo 1.	26
3	Tratamientos ensayo 2.	27
4	Efecto del contenido de materia orgánica del suelo sobre distintas características morfológicas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	37
5	Efecto de larvas de <i>Phytoloema herrmanni</i> , sobre las características morfológicas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	39
6	Efecto de la materia orgánica del suelo sobre el número total de plantas de trigo del cultivar Kumpa (plantas por maceta).	47
7	Efecto de <i>Phytoloema herrmanni</i> , sobre el número total de plantas de trigo del cultivar Kumpa (plantas por maceta).	49
8	Efecto de la materia orgánica del suelo sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	52
9	Efecto de <i>Phytoloema herrmanni</i> , sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	53
10	Efecto de la materia orgánica del suelo sobre el número de hojas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	56
11	Efecto de <i>Phytoloema herrmanni</i> , sobre el número de hojas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	57
12	Efecto del contenido de materia orgánica del suelo,	



	sobre la sobrevivencia y peso de larvas de <i>P. herrmanni</i> .	60
13	Efecto del tipo de suelo, sobre distintas características morfológicas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	63
14	Efecto de larvas de <i>Phytoloema herrmanni</i> , sobre distintas características morfológicas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	66
15	Efecto del tipo de suelo, sobre el número total de plantas de trigo del cultivar Kumpa (plantas por maceta).	73
16	Efecto de <i>Phytoloema herrmanni</i> , sobre el número total de plantas de trigo del cultivar Kumpa (plantas por maceta).	75
17	Efecto del tipo de suelo sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	77
18	Efecto de <i>Phytoloema herrmanni</i> , sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	79
19	Efecto del tipo de suelo sobre el número de hojas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	85
20	Efecto de <i>Phytoloema herrmanni</i> , sobre el número de hojas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	86
21	Efecto del tipo de suelo, sobre la sobrevivencia y peso de larvas de <i>P. herrmanni</i> .	88

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estadios larvales de <i>P. herrmanni</i> Germ.	9
2	Ciclo estacional de <i>P. herrmanni</i> en la décima región.	13
3	Tercer estadio larval de <i>P. herrmanni</i> .	31
4	Efecto del contenido de materia orgánica del suelo, sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo cultivar Kumpa.	38
5	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la materia seca foliar de plantas de trigo cultivar Kumpa.	40
6	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la materia seca radical de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.	42
7	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la materia seca foliar de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.	43
8	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la materia seca total de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.	44
9	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.	45
10	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre el número de macollos de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.	46
11	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre el número de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de	

	materia orgánica.	51
12	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	54
13	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la altura de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.	55
14	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre el número de hojas de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.	59
15	Efecto de la materia orgánica del suelo, sobre la sobrevivencia de larvas de <i>P. herrmanni</i> .	61
16	Efecto de la materia orgánica del suelo, sobre el peso de larvas de <i>P. herrmanni</i> .	62
17	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la materia seca de plantas de trigo cultivar Kumpa.	67
18	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la materia seca radical de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.	68
19	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la materia seca foliar de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.	69
20	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la materia seca total de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.	70
21	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.	71
22	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre el número de macollos de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.	72
23	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre el número de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.	76
24	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.	80
25	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la altura de plantas de	

	trigo, en distintos tipos de suelo (quinta semana post-siembra).	81
26	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (sexta semana post-siembra).	82
27	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (séptima semana post-siembra)	82
28	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (octava semana post-siembra).	83
29	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (novena semana post-siembra).	83
30	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (décima semana post-siembra).	84
31	Efecto de <i>P. herrmanni</i> , sobre el número de hojas de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.	87
32	Efecto del tipo de suelo, sobre la sobrevivencia larval de <i>P. herrmanni</i> .	89
33	Efecto del tipo de suelo, sobre el peso de larvas de <i>P. herrmanni</i> .	90

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo		Página
1	Análisis de varianza para el efecto de <i>P. herrmanni</i> y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la materia seca radical de plantas de trigo.	104
2	Análisis de varianza para el efecto de <i>P. herrmanni</i> y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la materia seca foliar de plantas de trigo.	105
3	Análisis de varianza para el efecto de <i>P. herrmanni</i> y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la materia seca total de plantas de trigo.	106
4	Análisis de varianza para el efecto de <i>P. herrmanni</i> y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo.	107
5	Análisis de varianza para el efecto de <i>P. herrmanni</i> y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre el número de macollos de plantas de trigo.	108
6	Análisis de varianza para el efecto de <i>P. herrmanni</i> y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre el número de plantas de trigo.	109
7	Análisis de varianza para el efecto de <i>P. herrmanni</i> y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la altura de plantas de trigo.	110
8	Análisis de varianza para el efecto de <i>P. herrmanni</i> y de	

	un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre el número de hojas de plantas de trigo.	111
9	Análisis de varianza para el efecto de la materia orgánica del suelo, sobre la sobrevivencia de larvas de <i>P. herrmanni</i> .	112
10	Análisis de varianza para el efecto de la materia orgánica del suelo, sobre el peso de larvas de <i>P. herrmanni</i> .	112
11	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre la materia seca radical de plantas de trigo.	113
12	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre la materia seca foliar de plantas de trigo.	115
13	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre la materia seca total de plantas de trigo.	117
14	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo.	118
15	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre el número de macollos de plantas de trigo.	119
16	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre el número de plantas de trigo.	120
17	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (quinta semana post-siembra).	121
18	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (sexta semana post-siembra).	123
19	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo	

	de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (séptima semana post-siembra).	125
20	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (octava semana post-siembra).	127
21	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (novena semana post-siembra).	129
22	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (décima semana post-siembra).	131
23	Análisis de varianza del efecto de <i>P. herrmanni</i> y del tipo de suelo, sobre el número de hojas de plantas de trigo.	133
24	Análisis de varianza para el efecto del tipo de suelo, sobre la sobrevivencia de larvas de <i>P. herrmanni</i> .	134
25	Análisis de varianza para el efecto del tipo de suelo, sobre el peso de larvas de <i>P. herrmanni</i> .	135
26	Análisis de textura de los distintos tipos de suelo.	136
27	Análisis químico de los distintos tipos de suelo.	136

## 1 INTRODUCCION

En el sur de Chile, las praderas y los cultivos de cereales, se pueden ver seriamente afectados por el ataque de los gusanos del suelo. Entre los insectos que se encuentran asociados a estos cultivos están los gusanos blancos, que corresponden a los estados larvarios de la familia Scarabaeidae, los cuales pueden reducir significativamente el rendimiento de estos cultivos, especialmente si se encuentran en densidades elevadas.

Entre los gusanos blancos de forma escarabeiforme que constituyen plagas en el sur de Chile está *Phytoloema herrmanni* Germ., más conocido como pololo café, el que se caracteriza por alimentarse en sus estados larvarios de la materia orgánica del suelo y del sistema radical de las plantas. Los estudios realizados sobre este insecto han estado enfocados más que nada hacia aspectos relacionados con su biología y ciclo estacional, por lo que sería importante evaluar el daño que este insecto puede ocasionar en distintos tipos de suelo y cultivos, de manera tal que con estos antecedentes, se pueda resolver de manera racional, algunos de los problemas ocasionados por esta especie.

De acuerdo a lo anterior, en esta investigación se planteó la siguiente hipótesis:

El contenido de materia orgánica de un suelo afecta la herbivoría causada por larvas de *Phytoloema herrmanni* en plantas de trigo.

Los objetivos de esta tesis son:



Evaluar la herbivoría en plantas de trigo causada por larvas de tercer estadio de *P. herrmanni* al utilizar distintos tipos de suelo.

Medir la herbivoría causada por larvas de tercer estadio de *P. herrmanni* al utilizar un mismo suelo pero con distinto contenido de materia orgánica.

Evaluar el efecto de la materia orgánica y los tipos de suelo, sobre la sobrevivencia y el peso de larvas de *P. herrmanni*.

## 2 REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Ubicación sistemática y características generales de la familia Scarabaeidae.

La familia Scarabaeidae se ubica en el orden Coleoptera, suborden Polyphaga, serie Haplogastra y superfamilia Scarabaeoidea (Blackwelder, 1944 citado por ETCHEVERRY y HERRERA, 1972).

Esta familia es una de las más importantes por el gran número de especies que posee, CORONADO y MARQUEZ (1972), señalan 12.220 especies; RICHARDS y DAVIES (1984), mencionan más de 17.000 especies y KLOTS y KLOTS (1960) 20.000 especies en todo el mundo.

Según Leng (1920) citado por RITCHER (1958) y BORROR *et al.* (1989) la familia Scarabaeidae esta compuesta por 14 subfamilias, las cuales son: Troginae, Ceratocanthinae (Acanthocerinae), Geotrupinae, Pleocopinae, Glaphyrinae, Hybosorinae, Scarabaeinae (Coprinae), Ochodaeinae, Aphodiinae, Aegialiinae, Rutelinae, Melolonthinae, Dynastinae y Cetoniinae.

Los insectos de esta familia son de tamaño pequeño a mediano, de cuerpo oval o ligeramente alargado, robusto, de colores muy variados. Antenas de 11 antenitos, de los cuales, los últimos se prolongan en lamelas que se mantienen plegadas o desplegadas. Los élitros cubren todo el abdomen o bien dejan descubierto el último segmento. Patas robustas, con tibia anterior denticulada en su cara externa. La larva es de tipo escarabeiforme, curva, con largos palpos maxilares, patas torácicas muy juntas y abdomen con los últimos tres segmentos muy largos y ensanchados (GONZALEZ, 1989).

Los nombres comunes que reciben los insectos adultos de esta familia son: pololos, San Juanes o escarabajos; y las larvas, gallinas ciegas, gusanos blancos, gusanos del pasto, gusanos cortadores del trigo, nombres que han sido aplicados en muchos países (OLALQUIAGA y CORTES, 1952; RITCHER, 1966).

Según RICHARDS y DAVIES (1984), estos insectos presentan metamorfosis holometábola y tienen un ciclo de vida de uno a tres años, pasando por tres estadios larvarios durante su ciclo.

CORONADO y MARQUEZ (1972), señalan a las larvas como de hábitos subterráneos, de cuerpo curvo y color blanco con la cabeza esclerosada, café o negro; patas torácicas de 4 segmentos, abdomen de 9 a 10 segmentos, los últimos de color oscuro por el material que ingieren al alimentarse.

## **2.2 Hábitos alimenticios de la familia Scarabaeidae.**

Según RICHARDS y DAVIES (1984), durante la fase de larva, estos insectos se alimentan de material vegetal o animal muerto, de raíces o excrementos, y viven en el suelo, en las partes en descomposición de árboles y en desechos.

ARTIGAS (1994), señala que los adultos de esta familia consumen generalmente follaje y las larvas de vida subterránea raíces, dañando o matando las plantas.

De Fluiter (1941) citado por RITCHER (1958), divide a las larvas de esta familia en tres categorías, de acuerdo a su hábito alimenticio:

a) Larvas que se alimentan solo de materia orgánica muerta (Cetoniinae).

b) Larvas que normalmente se alimentan de materia orgánica muerta, pero que en su ausencia son capaces de consumir raíces (ciertos Rutelinae y Dynastinae).

c) Larvas que se alimentan principalmente de raíces de plantas (Melolonthinae).

El primer estadio larval de las especies que consumen raíces, se alimentan en parte de la materia orgánica del suelo; en el segundo y tercer estadio larval se alimentan principalmente de raíces y tallos subterráneos (RITCHER, 1958).

Según Leng (1920) citado por RITCHER (1958), el hábito de alimentarse de sustancias en descomposición indicaría un carácter primitivo, en cambio el hábito de alimentarse de tejidos de plantas indicaría un carácter más evolucionado.

GONZALEZ (1989), indica que en Chile existen las subfamilias Aphodiinae cuyas larvas se desarrollan en el estiércol de animales; los Troginae que se encuentran en restos animales; la subfamilia Melolonthinae y Rutelinae, cuyas larvas (gusanos blancos) viven en raíces de gramíneas o en madera descompuesta y los adultos (pololos, San Juanes) se alimentan del follaje de árboles (*Nothofagus*) y frutales. Sin embargo, DURAN (1954), señala que el melolontino *Phytoloema herrmanni* Germ., no se alimenta al estado adulto.

### **2.3 Importancia económica de la familia Scarabaeidae.**

El problema de los escarabeidos perjudiciales se presenta en muchas partes del mundo como Europa, Asia, Norteamérica, Nueva Zelanda y algunas zonas tropicales (DURAN, 1954).

Según RITCHER (1958), la importancia económica de esta familia radica en que las larvas se alimentan preferentemente de las raíces de las plantas,

afectando su desarrollo posterior, además de la acción desfoliadora de los adultos sobre árboles y arbustos.

DURAN (1954), y AGUILERA *et al.* (1996), indican que las especies de importancia económica en Chile son nativas. El aumento de estas especies aborígenes se ha debido principalmente a la habilitación de nuevas áreas de pastoreo y a la introducción de nuevas especies de cultivo, lo que ha ampliado el sustrato alimenticio para los insectos (DURAN, 1976).

OLALQUIAGA y CORTES (1952), señalan que la acción agotante de estos gusanos sobre el suelo se debe a la sustracción de materia orgánica que efectúan, perdurando sus efectos después de dos a cuatro años; esto lleva a que una rica pradera pueda transformarse en una estepa pobre en que solo sobrevivan especies vegetales poco exigentes.

Las larvas se alimentan del sistema radical de las plantas forrajeras, lo que se traduce en la aparición de manchas amarillentas debido a la descomposición de la vegetación, y posteriormente sectores de suelo sin vegetación (AGUILERA *et al.* 1996).

Según Pastrana (1957) citado por FRESARD (1992), la cuantía de los daños que causan los insectos del suelo es difícil de evaluar, dado que, a los perjuicios que causan a los vegetales, habría que sumarse los daños indirectos tales como: una mayor facilidad de desarraigamiento, menor resistencia a la sequía y ataques secundarios producidos por otros organismos.

DURAN (1954), señala que cálculos realizados en 1947 estimaban que los daños causados por larvas de escarabeidos en la zona sur, ocasionaban en trigo solamente, pérdidas por más de 50 millones de pesos.

## 2.4 Escarabeidos de importancia en la zona sur de Chile.

Los melolontinos *Phytoloema herrmanni* Germ., *Sericoides convexa* (Germ.), *Schizochelus serratus* Phil., y los rutelinos *Hylamorpha elegans* (Burm.) y *Brachysternus prasinus* Guer., constituyen el complejo de gusanos blancos de mayor importancia en las praderas y sementeras de cereales del sur de Chile (DURAN, 1954, 1976; CARRILLO, 1986; AGUILERA *et al.* 1996).

Estos insectos presentan un ciclo anual, y en su desarrollo larval pasan por tres estadios. La duración del primer y segundo estadio, es más bien corto, en relación al tercer estadio que representa alrededor de un 60 a 70% del total del ciclo larval (CARRILLO, 1987).

Según CARRILLO (1986, 1987), las larvas de las subfamilias Rutelinae (*H. elegans*, *B. prasinus*) y Melolonthinae (*S. convexa*, *S. serratus* y *Ph. herrmanni*), pueden ser distinguidas en base a la forma de la abertura anal. Rutelinae se caracteriza porque la abertura anal presenta forma de medialuna, en cambio Melolonthinae presenta forma de Y o V.

**2.4.1 Características morfológicas y ciclo de vida de *Phytoloema herrmanni*.** Este insecto es una de las especies nativas de “gusanos blancos” que ataca con mayor frecuencia e intensidad las praderas naturalizadas, mejoradas y sembradas del sur de Chile, además de atacar cultivos como trigo, avena y cebada; este insecto se distribuye entre la VIII y X región (GONZALEZ, 1989; ARTIGAS, 1994; CISTERNAS y CARRILLO, 2001).

Según ARTIGAS (1994), el pololo café es un insecto de 13 mm de largo, de color castaño claro brillante, con los elitros ligeramente más claros. El ciclo de vida de *Phytoloema herrmanni* Germ., abarca un año (DURAN, 1954; CISTERNAS y CARRILLO, 2001).

A continuación se presentan las principales características de los estados de desarrollo que presenta el pololo café.

2.4.1.1 Huevo. Los huevos son depositados individualmente, recién ovipuestos son de forma ovalada alargada, pudiendo ser dos veces más largos que anchos, posteriormente incrementan su tamaño y alcanzan una forma esférica. Los huevos recién ovipuestos presentan un largo de 1,5 mm y un ancho de 0,8 mm, alcanzando en su estado de máximo desarrollo un largo de 2,4 mm y un ancho de 2,3 mm. El color varía de blanco a ligeramente amarillento, siendo su superficie lisa y brillante (CISTERNAS, 1986). DURAN (1954), sostiene que las dimensiones de los huevos son muy variables, dependiendo del grado de humedad que hayan absorbido. Este mismo autor indica que son ovipuestos a una profundidad de 7 a 10 cm, en grupos de 3 a 14 unidades.

Según RIVERA (1904) y ARTIGAS (1994), el número de huevos que contiene la hembra varía entre 10 y 36, los cuales son enterrados ligeramente en el suelo.

2.4.1.2 Larva. La larva es del tipo escarabeiforme, cilíndrica, formando en reposo una típica letra "C", con tres pares de patas torácicas. Presenta tres estadios larvales, diferenciados por el ancho de la cápsula cefálica. Durante el desarrollo larval no hay cambios postembrionarios conspicuos, siendo el mayor cambio el incremento gradual del tamaño. El color de las larvas es blanco; en los primeros estadios es blanco translúcido y al término del tercer estadio, amarillo pálido. La cabeza es hipognata de forma simétrica, sin ocelos; las antenas están formadas por cuatro antenitos y una pieza basal corta, fusionada al epicraneo; las mandíbulas son asimétricas de forma subtriangular; el tórax está constituido por tres segmentos: protórax, mesotórax y metatórax; las patas bien desarrolladas, las metatorácicas más largas que las otras; el abdomen consta de 10 segmentos divididos en tres escleritos bien definidos: preescudo,

escudo y escutelo; el tergo del último segmento abdominal se encuentra cubierto por numerosas setas cortas, medianas y largas dirigidas a la región posterior, presenta una abertura anal en forma de “Y” (CISTERNAS, 1986).

La actividad larval de esta especie abarca de 9 a 10 meses, pudiendo alcanzar un largo de 15 a 38 mm; además durante este periodo la larva construye una galería que puede sobrepasar los 40 cm de profundidad (CISTERNAS y CARRILLO, 2001).



**FIGURA 1** Estadios larvales de *P. herrmanni* Germ.

FUENTE: CISTERNAS (1986).



**CUADRO 1 Características morfométricas de los estadios larvales de *P. herrmanni* Germ.**

Estadio	Cápsula cefálica				Largo del cuerpo
	* Ancho (mm)		** Largo (mm)		*** Largo (mm)
	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
I	1,50-1,75	1,52+-0,06	0,75-0,90	0,80+-0,05	6,00-12,00
II	2,00-2,40	2,20+-0,11	1,20-1,70	1,40+-0,14	11,0-21,50
III	3,40-3,80	3,61+-0,12	2,50-2,80	2,63+-0,09	15,0-38,00

\* : Desde la base de las antenas.

\*\* : Desde la sutura fronto clipeal al occipucio.

\*\*\* : Desde el extremo distal al caudal.

FUENTE: Adaptado de CISTERNAS (1986).

2.4.1.3 Pupa. La pupa es del tipo exarata, de forma ovalada alargada y posee un largo entre 15,5 y 19,1 mm. El color es variable, dependiendo de la madurez, siendo al comienzo blanco cremoso y al final amarillo cafésoso. La superficie del cuerpo densamente cubierta por pequeñas setas, élitros apegados al cuerpo, cuatro pares de espiráculos abdominales funcionales y un par de espiráculos protorácicos cubierto por el fémur anterior; el primer par abdominal cubierto por el élitro. El dimorfismo sexual en las pupas se puede observar claramente cuando éstas se acercan a su madurez, en las antenas y en la genitalia (CISTERNAS, 1986).

2.4.1.4 Adulto. El adulto mide 9 a 11 mm de largo, de color pardo castaño brillante, más oscuro en el pronoto; el tórax es ligeramente más pálido al centro

del disco; frente, protórax y base del escutelo pardo oscuro brillante, con pilosidad pardo claro. Cabeza y tórax con pilosidad solo de color amarillento; tórax densamente punteado y con pilosidad amarillento erecta; élitros anchamente punteados, ligeramente rugosos con cuatro carenas oblicuas en cada élitro; abdomen pardo oscuro con pubescencia de cerdas blanquecinas, cortas y tendidas (GONZALEZ, 1989).

La diferenciación sexual esta dada por las antenas; las hembras presentan tres lamelas pequeñas y el macho cuatro lamelas mas largas (CISTERNAS, 1986).

Esta especie tiene la característica que en su estado adulto no se alimenta (RIVERA, 1904; DURAN, 1954; CARRILLO, 1986,1987; GONZALEZ, 1989).

**2.4.2 Ciclo estacional de *Phytoloema herrmanni* Germ.** Esta especie de pololo desarrolla su ciclo en un año. El vuelo de los adultos ocurre desde fines de agosto a fines de octubre (DURAN, 1954; CARRILLO, 1987). El hábito de vuelo es crepuscular, a menos de 5 cm sobre la superficie del suelo (RIVERA, 1904). Los machos vuelan cerca del suelo en busca de las hembras, las cuales no abandonan la boca de la galería, al aparearse ambos individuos se introducen a la galería, escapando a los enemigos naturales; las hembras fecundadas luego de uno a dos días, abandonan la galería y vuelan a otros lugares de desove, especialmente empastadas. Los machos mueren después de la copula y se observa gran cantidad de cuerpos a fines de octubre y principios de noviembre (ARTIGAS, 1994).

Los huevos son depositados a una profundidad de 7 a 10 cm y ocasionalmente a una mayor profundidad, el desove se produce en septiembre

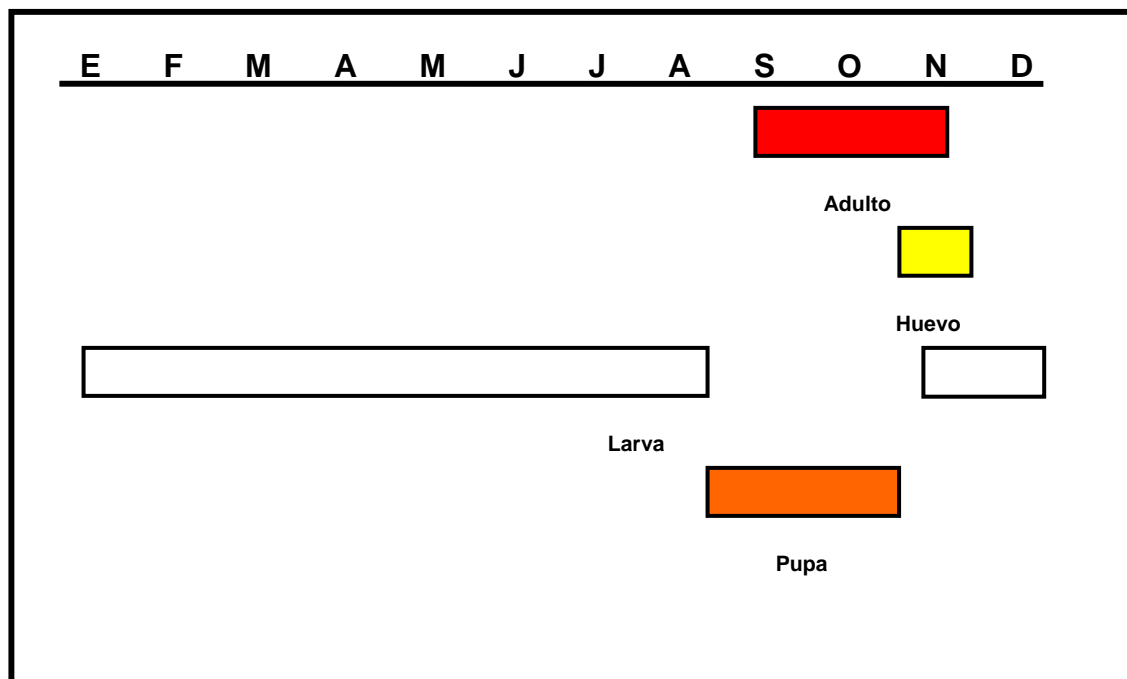
y octubre aunque eventualmente puede empezar en agosto y terminar en noviembre (DURAN, 1954).

El periodo larval abarca 10 meses, pudiendo a veces acortarse a 8 o prologarse a 11 meses (DURAN, 1954). Según CARRILLO (1987), el periodo larval se extiende desde noviembre a julio, momento en que las larvas dejan de alimentarse, formando sus habitáculos y pasando a pupar. La actividad larval se concentra principalmente a una profundidad de 10 a 20 cm (DURAN, 1954).

Durante el primer estadio larval, se alimentan de la materia orgánica del suelo, en el segundo y tercer estadio se alimentan preferentemente de las raíces de cereales, leguminosas y gramíneas causando en esta etapa el mayor daño (CARRILLO, 1987).

Se considera como densidades normales, con daños leves, 50 larvas por m<sup>2</sup> en empastadas naturales y 30 en las sementeras de cereales; en general los terrenos empastados tienen densidades de población larval superiores a terrenos sembrados con cereales (DURAN, 1954). AGUILERA, *et al.* (1996), indica que en años con ataques severos de *P. hermanni* a praderas, el nivel de población puede alcanzar a 1.056 larvas por m<sup>2</sup>.

Según GONZALEZ (1989), esta especie pupa hacia fines de septiembre; esta etapa puede abarcar de 2 a 3 meses, pasando por un período de prepupa que dura entre 24 a 29 días (DURAN, 1954).



**FIGURA 2** Ciclo estacional de *P. herrmanni* en la décima región.

FUENTE: Adaptado de CISTERNAS y CARRILLO (2001).

## 2.5 Importancia económica de *Phytoloema herrmanni*.

*P. herrmanni*, es considerada una plaga de importancia económica primaria (GONZALEZ, 1989). Este insecto junto a otras especies nativas de Chile, constituyen uno de los factores de pérdida más importantes para el cultivo de trigo, praderas y empastadas del sur de Chile (OLALQUIAGA y CORTES, 1952; DURAN, 1976).

Según ARTIGAS (1994), las larvas consumen raíces de empastadas y cultivos de gramíneas, especialmente trigo, produciendo pérdidas de plantas, lo que se expresa en amplias manchas desprovistas de plantas, aproximadamente circulares, de 2 a 50 m<sup>2</sup>; en terrenos sueltos y abundantes en materia orgánica, el daño en trigo es mayor cuando este cultivo sigue a un cultivo de chacarería.

CISTERNAS y CARRILLO (2001), señalan que si bien no se han establecido claramente los niveles de daño y pérdidas que este insecto causa en praderas, cada año se conoce del ataque a vastas extensiones, con la destrucción del 100% de las praderas en algunos predios. A través del estudio de 14 predios (6.200 ha), ubicados en la provincia de Valdivia, se determinó un 26% de praderas destruidas (1.615 ha), lo que representó una pérdida de 403 millones de pesos, solo por concepto de establecer nuevas praderas.

## **2.6 Factores que influyen sobre el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia de larvas de escarabeidos.**

A continuación, se darán a conocer los principales factores que afectan a las larvas de escarabeidos, durante su ciclo de vida.

**2.6.1 Características del suelo.** La distribución y movimiento de las larvas en el suelo, está relacionado con las características medio ambientales que este posea, como son la textura, humedad y temperatura del suelo (BROWN y GANGE, 1990).

Según VILLANI y WRIGHT (1990), el movimiento de las larvas está afectado por la textura y densidad del suelo, sin embargo, al remover el suelo aumenta el espacio poroso, lo que facilita el movimiento de los insectos. Wallwork (1976) citado por GALLARDO (1993), indica que donde el suelo tiene una estructura más suelta, los insectos presentan una distribución mas amplia y a la vez se concentra una mayor cantidad de ellos en este tipo de suelos.

BROWN y GANGE (1990), señalan a la estructura del suelo como una variable que determina la sobrevivencia de los insectos que se alimentan de las raíces de las plantas; la sobrevivencia es alta en suelos de textura fina, pero disminuye considerablemente al aumentar el tamaño de las partículas del suelo.

Turpin y Peters (1971) citados por BROWN y GANGE (1990), indican que las partículas de arena al ser de mayor tamaño, causan un efecto abrasivo en las larvas lo que reduce su sobrevivencia.

OLALQUIAGA y CORTES (1952), señalan que por la consistencia y riqueza en materia orgánica, los suelos trumados concentran una mayor presencia de larvas que los suelos más compactos, y esta se hace aún mayor si se incorpora materia orgánica.

Radcliffe (1970) citado por KAIN y ATKINSON (1977), observó que al agregar materia orgánica al suelo en forma de estiércol, el daño de los insectos a las plantas fue menor, sin embargo, no está claro si este menor daño se debe al beneficio que causa el estiércol a la planta o porque las larvas se alimentan de este.

FRESARD (1992), señala que no es posible observar claramente el efecto que tienen suelos con distinto contenido de materia orgánica sobre la sobrevivencia de las larvas.

Estudios realizados por ROJAS (1994), indican que los gusanos blancos sobreviven mejor en suelo solo, que con dietas artificiales elaboradas en base a raíces.

**2.6.2 Humedad del suelo.** Según NADVORNIJ (1983), la humedad del suelo óptima para la mayoría de los insectos que viven en el suelo es entre 18 y 22%.

La humedad es uno de los factores más importantes que afectan la sobrevivencia de los insectos que viven en el suelo; cambios en la humedad del suelo pueden implicar grandes fluctuaciones en la población de estos insectos,

ya que los huevos y larvas son muy susceptibles a la desecación (BROWN y GANGE, 1990).

MAELZER (1961), señala que la mortalidad no aumenta en forma significativa cuando la humedad es cercana al punto de marchitez permanente y a la capacidad de campo, sin embargo, esta asciende fuertemente a medida que la humedad del suelo queda por debajo del punto de marchitez permanente o aumenta por sobre la capacidad de campo.

La pérdida de humedad de los insectos del suelo depende del grado de esclerotización de la cutícula, siendo mas susceptibles las formas menos esclerotizadas como las larvas de escarabeidos (VILLANI y WRIGHT, 1990).

Los gusanos blancos son vulnerables a la humedad excesiva, esto lleva a que el exceso de agua los debilite y sucumban rápidamente a las enfermedades (MAELZER, 1961).

**2.6.3 Temperatura del suelo.** Las temperaturas bajas y altas son perjudiciales para los insectos de suelo (NADVORNIJ, 1983). La velocidad de crecimiento de los insectos esta estrechamente relacionada con la temperatura; estudios realizados con insectos que se alimentan de las raíces de las plantas, indican que al aumentar la temperatura del suelo, la velocidad de crecimiento de estos se incrementa (RIDS DILL-SMITH *et al.* 1975; BROWN y GANGE, 1990).

El umbral de temperatura letal para especies de escarabeidos nativos de Australia y Nueva Zelanda probablemente esta sobre los 32,5 °C (RIDS DILL-SMITH *et al.* 1975).

FRESARD (1992), determinó que temperaturas sobre 35 °C ocasionan un 100% de mortalidad en larvas del primer estadio de *Hylamorpha elegans*,

luego de dos horas de exposición; a su vez GALLARDO (1993), indica que sobre los 30 °C se comienza a producir mortalidad en larvas de *P. herrmanni*.

**2.6.4 Manejo cultural.** CARRILLO (1986), indica que realizando una buena preparación de suelo en verano, se reduce radicalmente la población de gusanos blancos, pues estos quedan expuestos a la acción de los factores del medio y a las aves depredadoras.

Estudios realizados por GALLARDO (1993), indican que la intensidad del laboreo mecánico del suelo, medido a través del distinto número de rastrajes (3,5 y 8), no alteró en forma estadísticamente significativa el número de larvas de *P. herrmanni*; sin embargo, menciona que al invertir el suelo en sus primeros 5 cm de profundidad durante los meses de verano, se puede causar una importante mortalidad larval debido a que estas quedan expuestas a la acción de las aves depredadoras, a la desecación y a las altas temperaturas del medio. Este mismo autor, mostró bajo condiciones de campo, el efecto de distintos tratamientos de insecticidas en el control de larvas de *P. herrmanni*, concluyendo que el tratamiento con Lindano aplicado a toda la superficie dio un control de las larvas estadísticamente diferente al tratamiento testigo.

Roberts y Morton (1985) citados por CARRILLO (1986), encontraron que el número de escarabeidos estaba en relación al número de ovejas pastoreando, bastando 20 ovejas por hectárea para reducir notablemente la masa de larvas, esto debido a la presión ejercida por las ovejas en el suelo.

**2.6.5 Antagonistas.** La cantidad de larvas presentes en un suelo es siempre inferior a la cantidad inicial de huevos ovipuestos, esto se debe a que estos se ven afectados por las condiciones ambientales y a la presencia de antagonistas (DURAN, 1954).



Los gusanos blancos presentan una serie de antagonistas. Lloyd y Blackman (1966) citados por CARRILLO (1986), encontraron larvas de Thynidae, Asilidae, Carabidae, Elateridae, depredando sobre larvas de escarabeidos.

VASQUEZ (1977), determinó la presencia de los hongos *Metharhizium anisoplae* (Metsh.) Sorokin y *Beauveria vermiconia* Hoog y Rao, y protozoos del orden Gregaridina y nemátodos depredando sobre gusanos blancos. En estudios realizados por FRESARD (1992), se encontró un fuerte ataque de hongos sobre poblaciones de gusanos blancos a partir del mes de junio alcanzando un 15% de infección, este valor aumentó a un 50% en octubre.

CABEZAS (1984) y GANTZ (1985), muestran que el tiuque (*Milvago chimango* Vieillot) y la bandurria (*Theristicus caudatus melanopis* Gemelin) consumen del total de su dieta entre un 10-20% y un 40-50% de gusanos blancos respectivamente.

**2.6.6 Competencia interespecífica e intraespecífica.** Las densidades larvales no influyen en la sobrevivencia, la profundidad, movimiento en el suelo, ni en la respiración de las larvas, pero la tasa de crecimiento puede ser menor con densidades más altas (RIDSDILL-SMITH y ROBERTS, 1976).

ROTHMANN (1994), evaluó la competencia entre dos especies de larvas de escarabeidos como son *P. herrmanni* e *H. elegans*; este autor obtuvo como resultado la presencia de competencia interespecífica entre estas especies de larvas, donde *P. herrmanni* (3<sup>er</sup> estadio) afectó la sobrevivencia de *H. elegans* (2<sup>do</sup> estadio), debido a que en este período se produce competencia por interferencia, donde *P. herrmanni* responde atacando a *H. elegans* debido a que posee una conducta mas agresiva y es mas ágil que este; sin embargo, al evaluar la competencia al 3<sup>er</sup> estadio en ambas especies, no existen efectos

sobre la sobrevivencia de *H. elegans* (3<sup>er</sup> estadio), por parte de *P. herrmanni* (3<sup>er</sup> estadio), esto debido al descenso de *P. herrmanni*, dejando de existir una competencia interespecífica por interferencia, lo cual reduce la mortalidad de *H. elegans*.

## **2.7 Compensación o sobrecompensación de plantas.**

La compensación de plantas depende de factores internos y externos; entre los primeros se encuentran la actividad fotosintética, senescencia, morfología de la hoja y arquitectura de la canopia, mientras que en los segundos se destacan factores medioambientales tales como: disponibilidad de nutrientes, intensidad de defoliación, distribución de insectos, etc. Dependiendo de la distribución de los recursos, se pueden lograr cambios que resultan en una buena respuesta compensatoria por parte de la planta (TRUMBLE *et al.* 1993).

Según BROWN Y GANGE (1990), las plantas al ser atacadas por insectos responden movilizando carbohidratos de reserva hacia el área afectada para usarlos en la respiración durante el nuevo período de crecimiento radical. VAN DER PUTTEN (2003), señala que las plantas sintetizan componentes químicos a través de sus raíces para combatir el daño de los insectos y patógenos.

DAVIDSON (1969), indica que cuando el sistema radical de una planta es consumido, las raíces son rápidamente reemplazadas; esto concuerda con experimentos realizados por FRESARD (1992), en el cual se comprobó que cuando las raíces de trigo fueron cortadas por larvas de *H. elegans* y *P. herrmanni*, estas reaccionaron produciendo raicillas laterales.

Estudios realizados por DURAN (2002), sobre el daño causado por distintas densidades larvales de *H. elegans* (3<sup>er</sup> estadio), en plantas de trigo,

comprobó que estas eran capaces de compensar en los estados de embuchamiento y antesis, el daño producido por larvas de tercer estadio de *H. elegans* durante la macolla y elongación del tallo, en la masa radical y aérea, en densidades de 50, 100 y 200 larvas/m<sup>2</sup>; sin embargo, en densidades de 400 larvas/m<sup>2</sup> los daños no pudieron ser compensados.

## **2.8 Plantas resistentes al ataque de larvas de escarabeidos.**

WEDDERBURN *et al.* (1990), estudiaron la respuesta de diferentes cultivares de ballica a distintas condiciones de estrés, confirmando que la especie *Lolium perenne* L. es susceptible al ataque de los gusanos del pasto.

KAIN y ATKINSON (1977), encontraron a nivel de campo, resistencia a larvas de *Costelytra zealandica* (Withe), en *Holcus lanatus* L. y *Phalaris tuberosa* L., y a su vez confirmaron resistencia en *Lotus pedunculatus* Cav., *Medicago sativa* L. y *Poa pratensis* L. PRESTIDGE *et al.* (1985), en estudios de laboratorio, señalan que *L. perenne*, *Festuca arundinacea* Schreb., *Trifolium repens* L., y *Trifolium pratense* L., son hospederos favorables y *M. sativa*, un hospedero desfavorable para el tercer estadio larval de *C. zealandica*.

ROJAS (1994), estudió las relaciones que se producían entre algunas especies pratenses y dos escarabeidos nativos de la zona sur de Chile, obteniendo como resultado que las gramíneas son más dañadas en su parte radical por las larvas de escarabeidos que las leguminosas; esto indicaría que éstas últimas poseen una mayor capacidad de compensar el daño producido por las larvas; a su vez también encontró que el trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.), mostró un mejor establecimiento en un suelo infestado con larvas de *P. herrmanni*, que las especies *Dactylis glomerata* L., *F. arundinacea*, *L. perenne*, *Lotus uliginosus* Schkur. y *T. repens*, esto debido a su rápida germinación y vigor.

GALLARDO (1993), al observar como variaba el número de plantas en macetas infestadas con *P. herrmanni*, determinó que a la octava semana y con 20 larvas por maceta, el trébol subterráneo tenía una sobrevivencia del 96%, en cambio, la ballica inglesa mostraba un 44,2% de sobrevivencia. A su vez PEZOA (1996), determinó que en suelo infestado con larvas de *P. herrmanni*, las especies trébol subterráneo, ballica inglesa y trébol rosado presentaron un buen establecimiento y sobrevivencia, en cambio, en un suelo infestado con larvas de *H. elegans*, solamente la especie trébol subterráneo mostró un buen establecimiento. Este autor concluye además que las gramíneas infestadas con larvas de *H. elegans*, mostraron un rendimiento muy reducido en comparación a las leguminosas.

## **2.9 Germinación y emergencia del trigo.**

Según HUDSON y DALE (1971), para que exista germinación, deben darse tres condiciones: que la semilla sea viable, esto es, que el embrión debe estar vivo y capaz de germinar; que en la semilla las condiciones internas sean favorables para la germinación, esto es, haber desaparecido cualquier barrera física o química para la germinación, y como última condición que los factores ambientales sean favorables, siendo esenciales la disponibilidad de agua, temperatura, provisión de oxígeno y luz.

DIAZ, *et al.* (1977), señalan que la humedad, la temperatura del suelo y la profundidad de siembra, interactúan con la longitud del coleóptilo del genotipo, condicionando el porcentaje y velocidad de emergencia, y en consecuencia la población final de plantas.

La temperatura mínima de germinación del trigo es de 0 a 5 °C y como máximo 31 a 37 °C, encontrándose su óptimo a los 25 °C (JAMES, 1967).

DIAZ, *et al.* (1977), trabajando con genotipos de trigo y triticales sometidos a dos niveles de temperatura, 10 y 20 °C, y tres profundidades de siembra, observaron que aun cuando no hubo respuesta diferenciada por género, los coleóptilos formados a 20°C fueron más cortos que los formados a 10°C, sin embargo, bajo condiciones de mayor temperatura los porcentajes e índices de emergencia de todos los genotipos fueron superiores.

### 3 MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Material.

En esta sección se dan a conocer los diferentes materiales utilizados para llevar a cabo el presente estudio.

**3.1.1 Ubicación.** Los ensayos se llevaron a cabo en uno de los invernaderos de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en el Campus Isla Teja de la Universidad Austral de Chile (Valdivia).

Los trabajos de laboratorio, como el secado y determinación de humedad del suelo; pesaje de los fertilizantes y semillas; secado, pesaje y medición final de las muestras fueron realizados en los laboratorios del Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Entomología y Fitoquímica pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrarias.

**3.1.2 Material biológico.** Para la investigación se utilizaron larvas del tercer estadio de la especie *Phytoloema herrmanni*, las cuales fueron obtenidas de una pradera natural degradada en la Estación Experimental Santa Rosa perteneciente a la Universidad Austral de Chile (39° 45' S y 73° 14' O). El material vegetal consistió en semillas de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivar Kumpa.

**3.1.3 Suelo.** Se utilizaron tres tipos de suelo:

a) Suelo Trumao, serie Valdivia, sacado a dos profundidades, 2-10 cm., con un contenido de 14,2% de materia orgánica y de 30-40 cm., con un contenido de 3,2% de materia orgánica.

b) Suelo Aluvial (Vega), serie Las Marías, sacado a una profundidad de 2-10 cm., con un contenido de 4,8% de materia orgánica.

c) Arena fina de río con un contenido de 0,1% de materia orgánica.

**3.1.4 Macetas.** Se utilizaron macetas de plástico de las siguientes dimensiones: 44,5 cm. de altura, 31 cm. de diámetro superior y 26 cm. de diámetro inferior con un volumen aproximado de 35 litros cada una.

**3.1.5 Fertilizantes.** Se utilizaron como fertilizantes salitre potásico y superfosfato triple.

**3.1.6 Plaguicidas.** Como desinfectante de semilla se utilizó fluquinconazole 167 g/L y prochloraz 31,22 g/L (Galmano Plus<sup>MR</sup>); como insecticida se utilizó d-aletrina (90%) 0,29% y fenotrina (93%) 0,05% (Rodasol Hogar y Jardín<sup>MR</sup>), este último fue asperjado al trigo.

**3.1.7 Material para colecta.** Para este efecto se utilizaron los siguientes materiales: frascos plásticos de 15 mL, para la recolección individual de las larvas, además de palas y sacos plásticos.

**3.1.8 Material para preparación del sustrato.** Aquí se utilizaron los siguientes materiales: palas, sacos plásticos, huincha de medir, harnero con orificios de 2 cm de diámetro y polietileno negro que sirvió como base para almacenar el sustrato.

**3.1.9 Material utilizado en la cosecha.** Se utilizaron los siguientes materiales: bolsas plásticas, placas Petri, lápiz marcador para identificar muestras, harneros, tamices, mangueras y agua.

**3.1.10 Material para el análisis de muestras.** Se emplearon los siguientes materiales: toallas de papel absorbente, tijera, regla graduada de 40 cm, bolsas de papel, lápiz, balanza analítica electrónica Acculab<sup>R</sup> V-200 (capacidad 200g, 0,01g de precisión) para el pesaje de las muestras, estufa de secado Memmert (0-180 °C) para determinar la materia seca, frascos de plástico para el almacenaje de semillas y fertilizantes posterior a su pesaje.

**3.1.11 Otros materiales.** Además de los materiales antes mencionados, fue necesario para el ensayo: una romana (capacidad 250 Kg, 0,5 Kg de precisión) para el control del peso de cada maceta, termómetro, horno Mufla (0-300 °C) para el secado de las muestras de suelo, placas Petri, balanza analítica, refrigerador y un jarro graduado de 1,5 litros de capacidad.



### 3.2 Método.

A continuación se dará a conocer la metodología utilizada en los ensayos.

**3.2.1 Duración de la investigación.** La investigación tuvo una duración de tres meses, desde el 8 de mayo al 9 de agosto del 2004, momento en el cual se realizó la cosecha; posterior a esto se realizaron evaluaciones en el laboratorio de Entomología por el período de un mes. En esta investigación se realizaron dos ensayos:

a) Ensayo 1. Suelo trumao, colectado a dos profundidades (con distintos niveles de materia orgánica), con y sin la presencia de larvas.

b) Ensayo 2. Suelo trumao, Suelo aluvial (Vega), colectados en sus primeros 10 cm y arena fina de río, con y sin larvas respectivamente.

#### CUADRO 2 Tratamientos ensayo 1.

Tratamientos	Suelo	<i>P. herrmanni</i> (larvas por maceta)
1	Trumao (14,2%MO)	0
2	Trumao (14,2%MO)	8
3	Trumao (3,2%MO)	0
4	Trumao (3,2%MO)	8

**CUADRO 3 Tratamientos ensayo 2.**

Tratamientos	Suelo	<i>P. herrmanni</i> (larvas por maceta)
1	Trumao (14,2%MO)	0
2	Trumao (14,2%MO)	8
3	Vega (4,8%MO)	0
4	Vega (4,8%MO)	8
5	Arena (0,1%MO)	0
6	Arena (0,1%MO)	8

**3.2.2 Preparación del sustrato.** Para rellenar las macetas se utilizaron tres tipos de sustrato.

Suelo trumao obtenido de una pradera degradada sacado a dos profundidades (2-10 cm., y 30-40 cm.).

Suelo aluvial (Vega), sacado a una profundidad de 2-10 cm., el cual tenía como precultivo papa. Ambos suelos fueron obtenidos de la Estación Experimental Santa Rosa.

Arena fina de río la cual fue comprada.

El suelo fue obtenido eliminando los dos primeros centímetros, hasta una profundidad de diez centímetros. En el caso del suelo trumao, luego de obtener las muestras del primer estrato (2-10 cm.), se procedió a eliminar suelo hasta alcanzar los 30 cm en donde se obtuvo el segundo estrato (30-40 cm.). Posteriormente el suelo fue disturbado utilizando un harnero (malla de 2 cm., de diámetro), con lo cual se buscó eliminar raíces e invertebrados del suelo. Tanto el suelo trumao y aluvial, como la arena fueron secados al aire durante 48 horas, con el objetivo de obtener una muestra representativa, la cual fue llevada al laboratorio del Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos de la Facultad de

Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, con el fin de determinar el contenido de humedad. Esto se realizó colocando suelo en placas Petri, las que habían sido pesadas vacías anteriormente, una vez con suelo se pesaron nuevamente en la balanza analítica. Luego las placas Petri con suelo fueron puestas en el horno Mufla por 48 horas a 105 °C. Pasado este lapso de tiempo las placas Petri se pesaron nuevamente y con los datos obtenidos se realizaron los siguientes cálculos según FRESARD (1992):

Cálculos para determinar contenido de humedad del suelo:

A : Peso placa Petri vacía.

B : Peso placa Petri con suelo húmedo (secado al aire).

C : Peso placa Petri con suelo seco luego de 48 horas a 105 °C.

X : % de humedad del suelo (base suelo húmedo).

$$X = \frac{(B - A) - (C - A)}{(B - A)} * 100 \quad (3.2.2)$$

Con el suelo y la arena secados al aire se procedió a rellenar las macetas, las cuales poseían orificios para el drenaje. Una vez llenadas las macetas se procedió a pesar cada una de estas dejando registro de su peso, luego se saturó con agua cada maceta y se volvió a pesar nuevamente 24 y 48 horas después, esto para determinar el peso a capacidad de campo de cada maceta con el sustrato correspondiente.

Con los datos obtenidos se procedió a realizar los siguientes cálculos para determinar qué peso debía mantener cada maceta, para mantener el sustrato a un 60% de capacidad de campo.

Cálculos para mantener el sustrato a un 60% de capacidad de campo:

- A : Peso maceta con sustrato secado al aire antes de drenar (Kg).
- B : Peso maceta vacía (Kg).
- C : Peso maceta con sustrato secado al aire, menos el peso de la maceta vacía (Kg).
- D : % de humedad de cada sustrato (base suelo húmedo) (%).
- E : Kg de agua del sustrato secado al aire (Kg).
- F : Kg de sustrato seco (Kg).
- G : Peso maceta con sustrato saturado de agua, luego de 48 horas (capacidad de campo) (Kg).
- I : Kg de sustrato húmedo a capacidad de campo (Kg).
- J : Kg de agua del sustrato húmedo (Kg).
- CC : % humedad del sustrato saturado de agua, luego de 48 horas (base suelo seco) (%).
- H : 60% de humedad aprovechable (%).
- PMP : Punto de marchitez permanente para cada sustrato (%).
- 0.6 : Humedad que se desea mantener en el sustrato (%).
- Y : % de humedad que debe poseer cada sustrato (%).
- Z : Kg de agua que debe existir en el sustrato para mantener la humedad en un 60%(Kg).
- X : Peso que debe mantener cada maceta para tener el sustrato a un 60% de capacidad de campo (Kg).

$$\begin{aligned}
 A & - B = C \\
 C & \times D = E \\
 C & - E = F \\
 G & - B = I \\
 F & - I = J \\
 CC & = \frac{J}{F} \times 100
 \end{aligned}$$

$$H = CC - PMP \times 0.6$$

$$H + PMP = Y$$

$$F \times Y = Z$$

$$F + Z + B = X \quad (3.2.2.1)$$

**3.2.3 Obtención de las larvas.** Las larvas fueron obtenidas de una pradera natural degradada en la Estación Experimental Santa Rosa. Las larvas empleadas en el ensayo correspondieron a la especie *Phytoloema herrmanni* en su tercer estadio. La identificación de las larvas en terreno se realizó según la morfología del raster indicada por CISTERNAS (1986).

La colecta se realizó la primera semana de mayo, para esto se realizaron hoyos en el suelo de 20 cm. de ancho, 20 cm. de largo y 20 cm. de profundidad aproximadamente, luego se procedió a desmenuzar el suelo con el fin de obtener las larvas; una vez obtenidas, estas fueron colocadas individualmente en frascos de plástico con tierra de manera de evitar el estrés y deshidratación, posteriormente fueron trasladadas al lugar del ensayo.



**FIGURA 3 Tercer estadio larval de *P. herrmanni*.**

FUENTE: CISTERNAS (1986).

**3.2.4 Densidad larval.** La cantidad de larvas empleadas correspondió al equivalente de 100 larvas/m<sup>2</sup>, con lo cual se utilizaron 8 larvas por maceta, las cuales tenían un área de 0,08 m<sup>2</sup>. Las larvas fueron colocadas manualmente en el suelo de cada parcela con el fin de que estas penetraran por sus propios medios. Aquellas que presentaron alguna lesión o que no penetraban el suelo fueron reemplazadas por otras. Las larvas fueron puestas 24 horas antes de la siembra.

**3.2.5 Siembra.** Para la siembra se utilizaron semillas de trigo del cultivar Kumpa, en dosis de 160 Kg por hectárea. Previo a la siembra, unas horas antes se realizó la desinfección de semillas con fluquinconazole y prochloraz (Galmano Plus<sup>MR</sup>) a razón de 450 cc por 100 Kg de semilla. La siembra se realizó manualmente en hileras separadas a 18 cm, estableciéndose dos hileras

por maceta; la siembra se realizó posterior a la inclusión de las larvas y la fertilización fosfatada.

**3.2.6 Fertilización.** Todas las macetas se fertilizaron de la misma manera y con la misma dosis. Esta fertilización se realizó con el equivalente a 200 unidades de  $P_2O_5$  por hectárea, que fueron localizadas en la hilera antes de colocar la semilla, el fertilizante utilizado correspondió a superfosfato triple. La fertilización nitrogenada fue equivalente a 180 unidades de N por hectárea, la cual se aplicó en cobertera parcializado en dos dosis, 150 unidades posterior a la siembra y 30 unidades a la macolla; en este caso el fertilizante utilizado correspondió a salitre potasico, con lo cual también se aplicó potasio en una dosis que alcanzó a las 168 unidades de  $K_2O$  por hectárea.

**3.2.7 Control de malezas e insectos.** El control de malezas se realizó manualmente a medida que estas iban apareciendo. Para el control de insectos se utilizó d-aletrina y fenotrina (Rodasol Hogar y Jardín<sup>MR</sup>), el cual fue asperjado al trigo una vez detectados los primeros daños.

**3.2.8 Riego.** La frecuencia de riego fue dependiente de las condiciones en que se encontraba el sustrato, tratando de mantener siempre una humedad del 60%. Para esto se pesaban las macetas dos veces por semana, de manera de llevar un control que permitiera mantener el peso de cada maceta, según los cálculos anteriormente realizados.

Para el riego se utilizó un jarro graduado que permitía medir volumetricamente y con exactitud la cantidad de agua que se debía agregar.

**3.2.9 Cosecha.** La cosecha de las plantas de trigo se realizó al estado 20 de la escala de Zadoks *et al.* (1974) citados por RAWSON y GOMEZ (2001). La fecha de cosecha fue el 9 de agosto del 2004, tres meses posteriores a la

siembra. Esta se realizó aplicando agua a presión con una manguera sobre el sustrato, de manera de ir disgregando el suelo y a su vez se vayan liberando las raíces y las larvas, para esto se utilizaron harneros y tamices que permitían sostener las larvas y las raíces sin que estas se perdieran por el efecto de la presión del agua. Una vez obtenidas las plantas, sus raíces y las larvas se procedió a colocar las plantas en bolsas de plástico debidamente rotuladas y las larvas en placas Petri, también identificadas, para posteriormente ser llevadas a un refrigerador donde se mantendrían hasta realizar los análisis correspondientes.

### **3.3 Parámetros evaluados.**

En los ensayos realizados se evaluaron los siguientes parámetros:

- Peso de la materia seca foliar y radical (g).
- Peso de la materia seca total (g).
- Número total de plantas.
- Altura de plantas (cm).
- Número de hojas.
- Número de macollos.
- Longitud del área radical (cm).
- Sobrevivencia larval (%).
- Relación entre la parte aérea y radical.
- Relación entre la materia seca radical y la longitud de la raíz.

**3.3.1 Materia seca foliar y radical.** Las bolsas que contenían las muestras fueron colocadas en una estufa de secado a 60 °C por 72 horas. Pasado este tiempo las muestras fueron enfriadas a temperatura ambiente, para poder pesarlas individualmente, determinando la materia seca correspondiente.



**3.3.2 Materia seca total.** Al igual que el método utilizado anteriormente, se procedió a sumar la materia seca foliar y radical de cada una de las macetas.

**3.3.3 Número total de plantas.** Se realizaron controles semanales de plantas, en las cuales se contabilizaba el número total de plantas sobrevivientes en cada una de las macetas.

**3.3.4 Altura de las plantas.** Se hicieron mediciones de altura, en cada una de las macetas, cada vez que se controlaba el número de plantas (una vez por semana). Para tal efecto se usó una regla graduada en centímetros, utilizando como referencia la metodología empleada por ROJAS (1994), que consiste en medir la planta desde la base del cuello, hasta el extremo de la hoja de mayor longitud, que sea representativa de la maceta; sin embargo, este último aspecto se corrigió, pues se midió cada una de las plantas de cada maceta dejando como longitud representativa de la maceta el promedio de las plantas medidas.

**3.3.5 Número de hojas.** Se contó semanalmente el número de hojas de cada planta, dejando como número representativo de la maceta la planta que más hojas poseía.

**3.3.6 Número de macollos a la cosecha.** Este parámetro se realizó después de efectuada la cosecha y se obtuvo contando el número de macollos de cada una de las plantas cosechadas por maceta.

**3.3.7 Longitud del área radical.** Se tomaron mediciones de cada una de las plantas por maceta, después de la cosecha. Estas mediciones se realizaron desde el lugar de unión de la raíz con el cuello de la planta, hasta el extremo distal de la raíz.

**3.3.8 Sobrevivencia larval.** Al efectuar la cosecha de las plantas se iba teniendo la precaución de ir obteniendo las larvas, para lo cual se colocaba un tamiz que retenía las larvas, para así obtener el número y posteriormente el peso de las larvas sobrevivientes de cada una de las macetas.

**3.3.9 Relación entre la parte aérea y radical.** Una vez obtenido el contenido de materia seca se procedió a dividir el contenido de materia seca foliar de las plantas por el contenido de materia seca radical de estas.

**3.3.10 Relación entre la materia seca radical y la longitud de la raíz.** Al igual que lo señalado anteriormente se procedió a dividir el contenido de materia seca radical de las plantas por la longitud radical que estas presentaron.

**3.3.11 Diseño experimental.** Para medir la respuesta de las larvas y de las plantas en las macetas se utilizó un diseño en bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y ocho repeticiones para el Ensayo 1, y con seis tratamientos y ocho repeticiones para el Ensayo 2; cada repetición correspondió a una maceta. En los tratamientos se consideraron respuestas a los distintos tipos de sustrato.

### **3.4 Análisis estadístico.**

Los datos fueron sometidos a un análisis de normalidad estadística. Si las desviaciones eran normales estas fueron sometidas a un análisis de varianza (ANDEVA). En el caso de existir diferencias, los promedios se analizaron estadísticamente mediante la prueba de Duncan ( $P < 5\%$ ).

Cuando no se cumplieron los requisitos de normalidad se transformaron los datos a Raíz cuadrada ( $x + 1/2$ ), LITTLE y HILLS (1990).

## 4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

La presentación y discusión de los resultados obtenidos en los ensayos realizados, se hizo en el siguiente orden. En primer lugar, se presentan y discuten los resultados del Ensayo 1, en el cual se mide el efecto de la materia orgánica de un suelo trumao sobre la condición de larvas de *P. herrmanni* (sobrevivencia y peso) e impacto en el daño que estas causan sobre plantas de trigo, además se analiza el efecto de la materia orgánica sobre plantas de trigo. A continuación se presenta y discute el Ensayo 2, donde se evalúa el efecto del tipo de suelo y de larvas de *P. herrmanni*, sobre plantas de trigo. Además en este ensayo se midió el efecto del tipo de suelo sobre la sobrevivencia y peso de las larvas.

### **4.1 Efecto de la materia orgánica del suelo y de larvas de *Phytoloema herrmanni* sobre plantas de trigo.**

En este ensayo se analizó el efecto causado por larvas de tercer estadio de *P. herrmanni* sobre el establecimiento y desarrollo de plantas de trigo (*T. aestivum* L.), al utilizar un mismo suelo pero con distinto contenido de materia orgánica. Los caracteres morfológicos evaluados fueron los siguientes: materia seca (radical, foliar y total), longitud de la raíz, número de macollos por planta, relación entre la parte aérea y radical (MS foliar/MS radical), relación entre la materia seca radical y la longitud de la raíz, número total de plantas, altura de plantas y número de hojas.

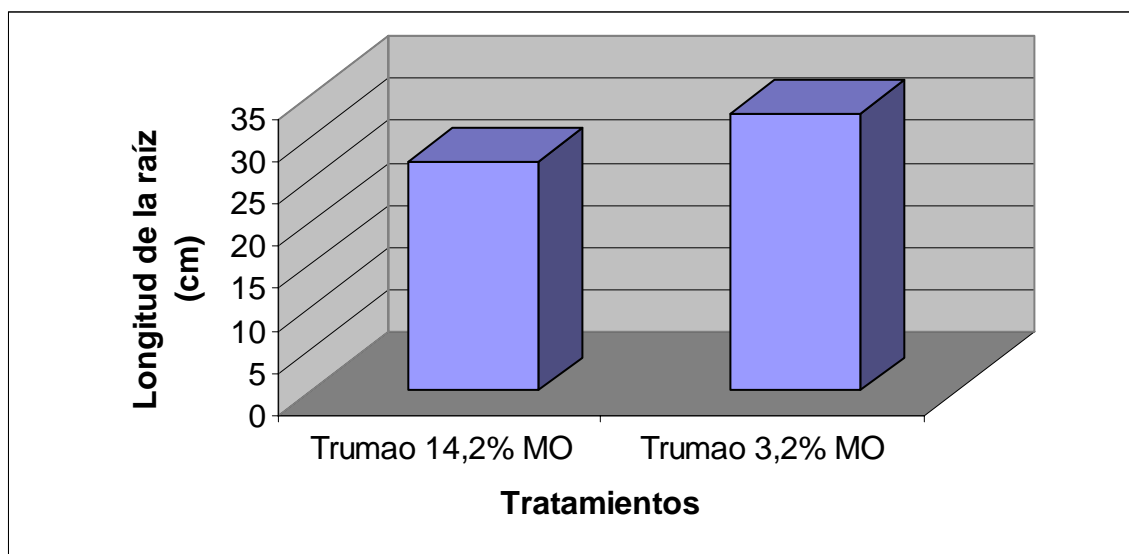
A continuación se presentan los resultados obtenidos.

**CUADRO 4 Efecto del contenido de materia orgánica del suelo sobre distintas características morfológicas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Parámetros	Materia orgánica	
	Trumao 14,2%	Trumao 3,2%
	T1	T2
Materia seca radical (g)	4,69 a	5,06 a
Materia seca foliar (g)	8,54 a	8,41 a
Materia seca total (g)	13,23 a	13,47 a
Longitud de la raíz (cm)	27,11 a	32,80 b
Número de macollos por planta	3,31 a	3,06 a
Rel. MS foliar/MS radical	1,98 a	1,75 a
Rel. MS radical/Long. raíz	0,16 a	0,14 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

Como se observa en el Cuadro 4, las plantas de trigo cultivar Kumpa no mostraron diferencias estadísticas significativas sobre las características morfológicas evaluadas, al desarrollarse en un suelo de la serie Valdivia con dos contenidos diferentes de materia orgánica, a excepción de la longitud de raíces, en donde si se presentaron diferencias. Este resultado indicó un mayor desarrollo radical de las plantas en un suelo bajo en materia orgánica (3,2% MO), en comparación a uno alto en materia orgánica (14,2% MO), esta diferencia queda gráficamente demostrada en la Figura 4. El mayor desarrollo de las raíces no significó un mayor contenido de materia seca radical, pues como se observa las diferencias para esta característica no fueron estadísticamente significativas.



**FIGURA 4 Efecto del contenido de materia orgánica del suelo, sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo cultivar Kumpa.**

El mayor desarrollo radical experimentado por las plantas de trigo en un suelo bajo en materia orgánica, podría estar relacionado con la fertilidad que estos suelos presentaron, pues las raíces de las plantas en su búsqueda de nutrientes esenciales tales como nitrógeno y fósforo tienden a explorar una mayor superficie de suelo.<sup>1</sup> Otro de los factores que permitirían explicar esta diferencia, tendría relación con la densidad aparente de estos suelos, lo que a su vez significaría una mayor o menor porosidad. Según BAVER (1973), una de las principales causas que afectan el desarrollo radical tienen que ver con la porosidad y compresibilidad del suelo. Lawton (1945) citado por BAVER (1973), obtuvo una disminución del 65% en el crecimiento radical al disminuir los poros de aireación en un 37%. La longitud radical, la densidad y su arraigamiento en el suelo también puede variar con la estructura que presente el suelo (BARZEGAR *et al*, 2004).

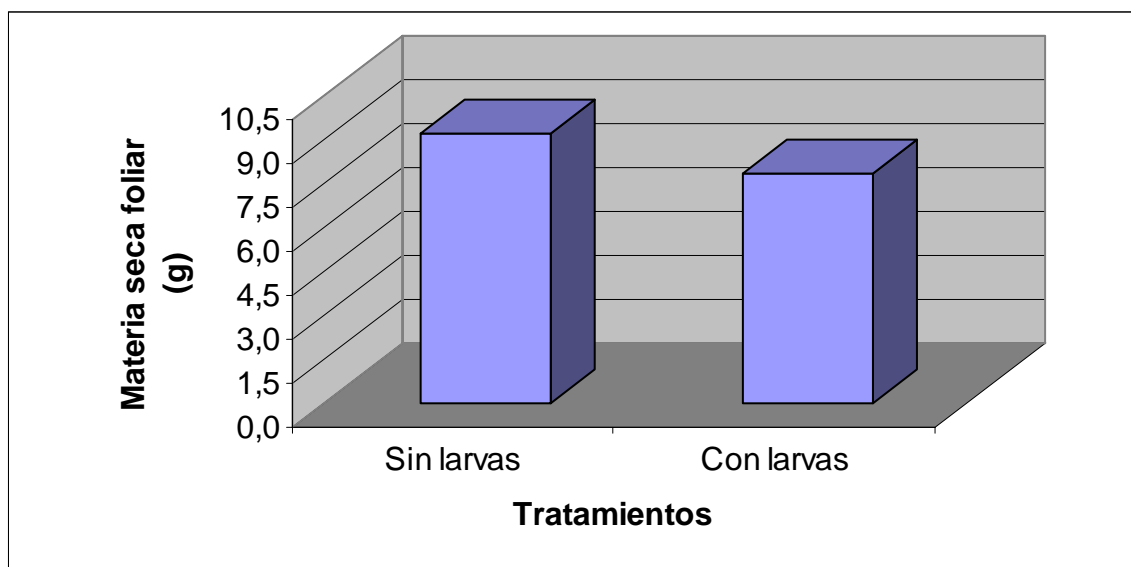
<sup>1</sup> PINOCHET, D. 2006. Ing. Agrónomo, PhD. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Comunicación personal.

**CUADRO 5 Efecto de larvas de *Phytoloema herrmanni*, sobre las características morfológicas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Parámetros	Larvas por maceta (Larvas por m <sup>2</sup> )	
	0 (0)	8 (100)
Materia seca radical (g)	4,94 a	4,80 a
Materia seca foliar (g)	9,17 b	7,78 a
Materia seca total (g)	14,11 a	12,59 a
Longitud de la raíz (cm)	29,96 a	29,95 a
Número de macollos por planta	3,18 a	3,18 a
Rel. MS foliar/MS radical	2,01 a	1,73 a
Rel. MS radical/Long. raíz	0,16 a	0,15 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

En el Cuadro 5, se presentan los resultados para el efecto larvas. En general se observó valores mayores en las plantas sin larvas, sin embargo, el análisis estadístico, arrojó ausencia de diferencias significativas para los caracteres evaluados, a excepción de la materia seca foliar que presentó diferencias significativas entre los tratamientos, donde la presencia de *P. herrmanni* significó un menor contenido de materia seca foliar en relación al testigo (Figura 5). Si bien la presencia de larvas provocó una reducción de la materia seca foliar y por ende en la materia seca total, esta disminución no fue estadísticamente significativa.



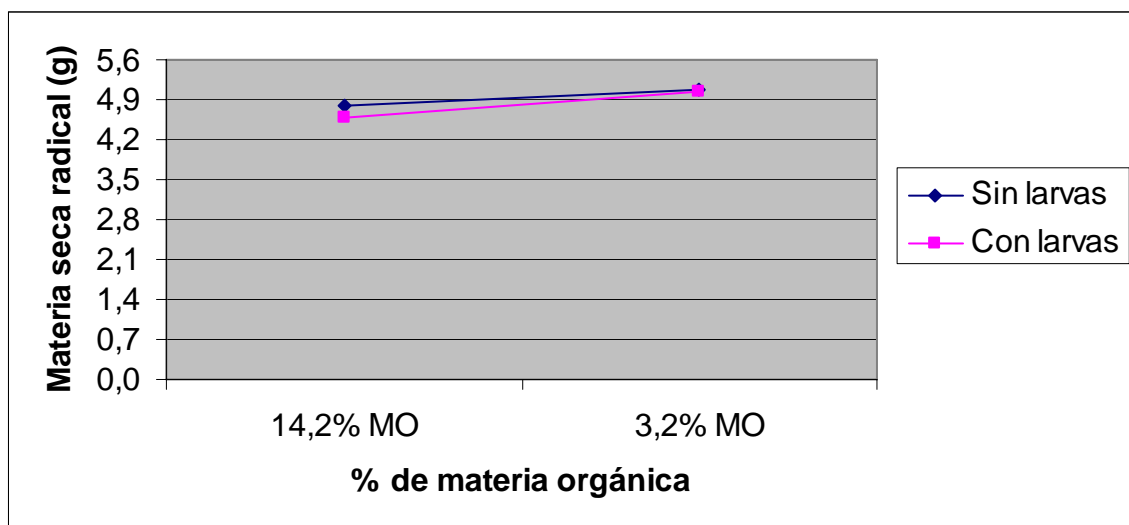
**FIGURA 5 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la materia seca foliar de plantas de trigo cultivar Kumpa.**

La disminución en el peso foliar y no en el peso radical, se debería a que la planta sería capaz de movilizar recursos y recuperar primeramente los tejidos de la raíz y posteriormente comenzaría a compensar el daño sobre la parte aérea. Los resultados aquí obtenidos son distintos a los obtenidos por FRESARD (1992), quien en condiciones parecidas a las realizadas en este ensayo, aunque con una mayor densidad de larvas, obtuvo un incremento de la materia seca foliar en un suelo infestado con larvas, en relación a un suelo sin la presencia de estas, ello podría explicarse por una sobrecompensación en las plantas de trigo. En las condiciones en la cual se desarrolló este ensayo, si bien las plantas manifestaron una recuperación en su altura (situación que se discute más adelante), esta no alcanzó para que las plantas pudieran suplir el retraso en su crecimiento. Al respecto RIDSDILL-SMITH (1977), señala que producto de la alimentación larval se produce estrés hídrico en el follaje de las plantas, lo cual probablemente puede reducir su crecimiento.

Resultados obtenidos por ROJAS (1994), evaluando el efecto de distintas densidades larvales de *P. herrmanni*, sobre la producción de materia seca total de diferentes especies pratenses, encontró que a medida que aumenta la densidad de larvas, la producción de materia seca va disminuyendo, efecto que no queda del todo claro en este ensayo, por que si bien la producción de materia seca es levemente menor en un suelo infestado en relación al testigo, las diferencias entre los tratamientos no son significativas. En relación al número de macollos por plantas observadas, los resultados coinciden a los obtenidos por ROJAS (1994), quien evaluó el número de macollos de diferentes especies pratenses, encontrando que estas estructuras no fueron afectadas por las distintas densidades larvales estudiadas.

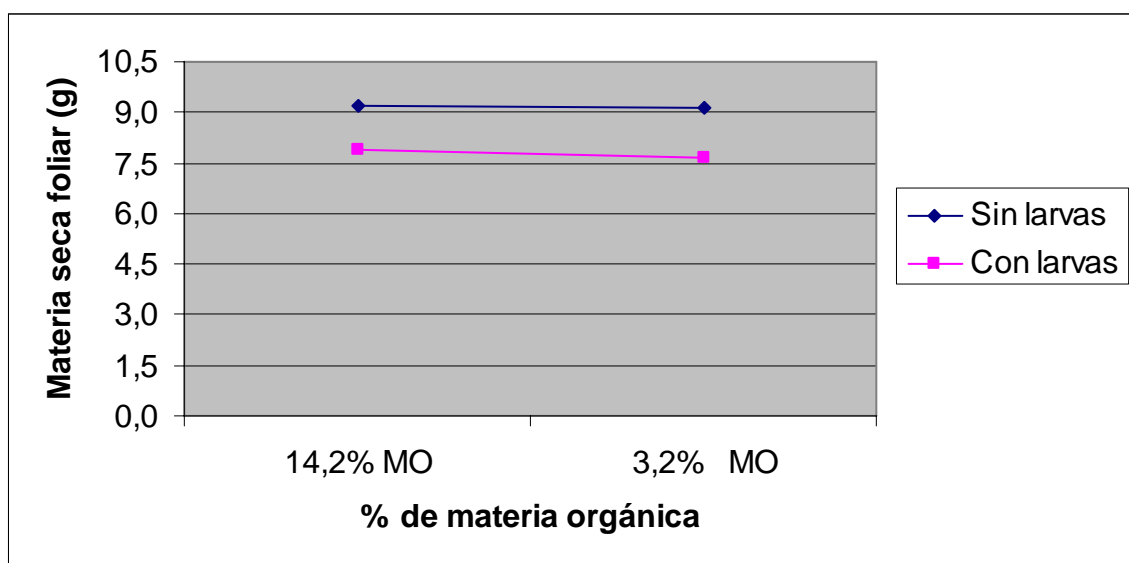
Aún cuando no existió interacción entre los factores materia orgánica del suelo y larvas, sobre las características de la planta, a continuación se presentarán esquemáticamente los resultados del efecto de *P. herrmanni*, sobre plantas de trigo en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.





**FIGURA 6** Efecto de *P. herrmanni*, sobre la materia seca radical de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.

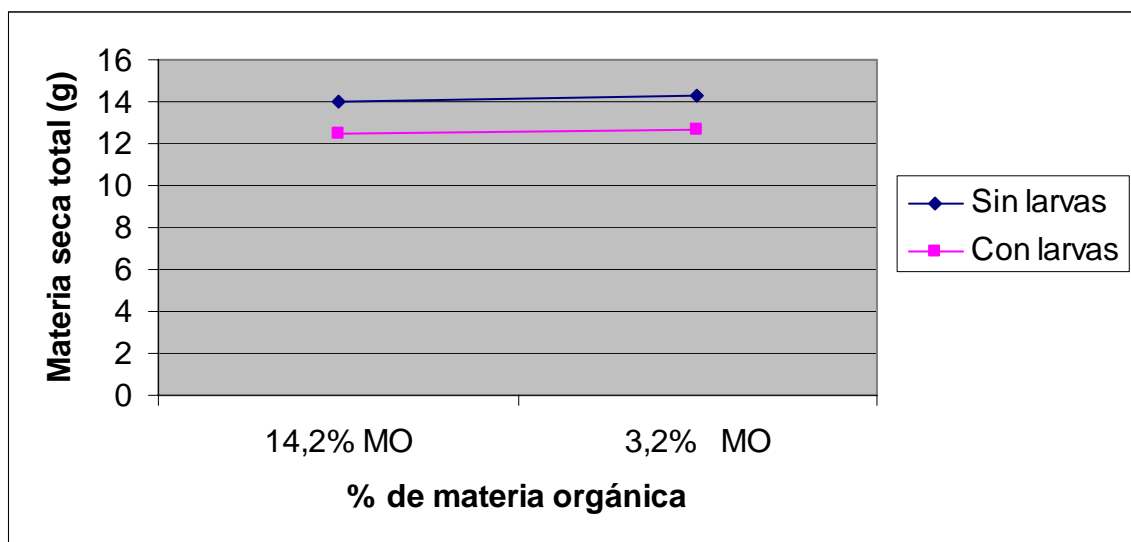
Al observar la Figura 6, es posible apreciar una leve disminución de la materia seca radical de las plantas producto del ataque de las larvas, independiente del contenido de materia orgánica del suelo; lo que llama la atención de la figura es que el daño producido a las plantas es superior en un suelo alto en materia orgánica. Como estas especies tienen dentro de su dieta la materia orgánica, se tendería a pensar que el mayor daño ocurriría en un suelo bajo en materia orgánica, pues la alimentación sería menor para las larvas; sin embargo, los resultados demostrarían lo contrario, por lo que se puede inferir que más que la cantidad, lo importante sería la calidad de la materia orgánica del suelo. Además la materia orgánica de la parte superior del suelo provendría de incorporaciones recientes, la cual sería más adecuada para la alimentación de las larvas; sin embargo, los resultados no muestran este efecto. Ello se debería a la mayor sobrevivencia larval (Cuadro 12).



**FIGURA 7 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la materia seca foliar de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.**

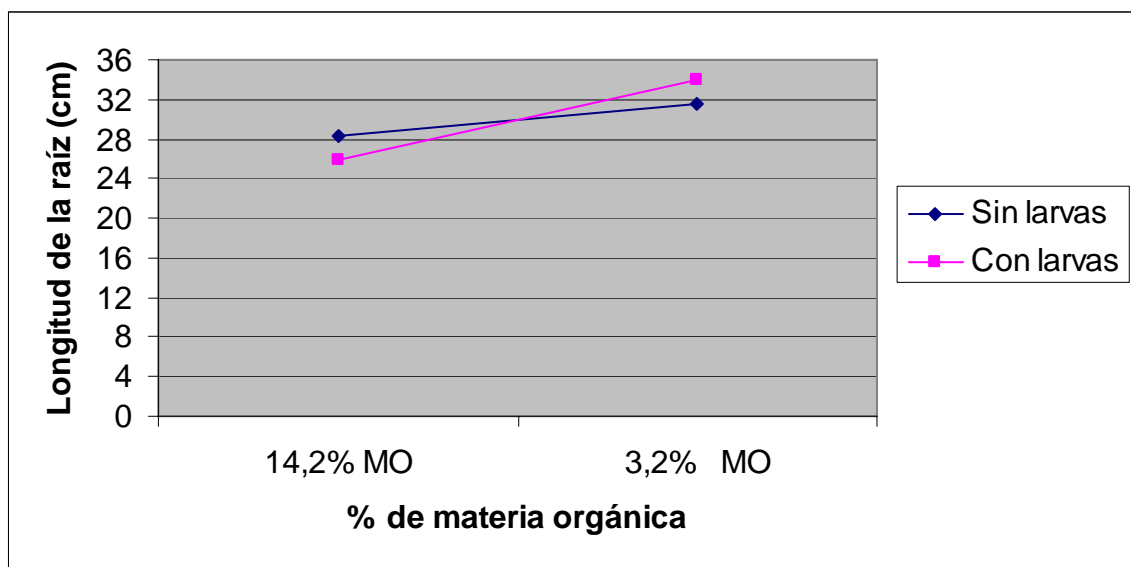
En cuanto a la materia seca foliar (Figura 7), es posible observar un claro efecto de las larvas sobre las plantas, independiente del contenido de materia orgánica del suelo. Como se puede apreciar el daño ocasionado tendió ser levemente superior en un suelo bajo en materia orgánica.

Al analizar el efecto de *P. herrmanni*, sobre la materia seca total de las plantas (Figura 8), es posible observar, que en presencia o ausencia de larvas un suelo bajo en materia orgánica, supera levemente en producción de materia seca a un suelo alto en materia orgánica. En ambos suelos es posible apreciar claramente que el daño ocasionado por las larvas, es independiente de la materia orgánica del suelo.



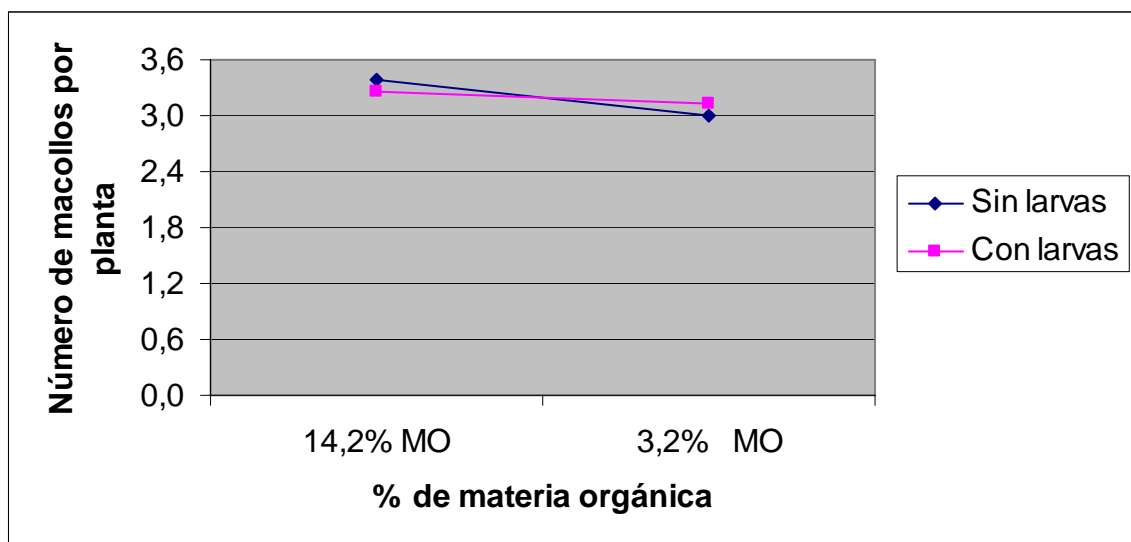
**FIGURA 8 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la materia seca total de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.**

Al igual que en la característica anterior, un suelo bajo en materia orgánica supera a uno alto en materia orgánica, en la longitud radical, independiente de la presencia o ausencia de larvas (Figura 9). En el caso del suelo bajo en materia orgánica llama la atención, que en presencia de larvas la longitud de las raíces fue superior al testigo, esto podría deberse a una compensación por parte de las plantas. A pesar del efecto diferencial de las larvas en ambos tipos de suelo, no se determinó una interacción estadísticamente significativa del contenido de materia orgánica y las larvas en esta característica de la planta.



**FIGURA 9 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.**

Con respecto al número de macollos por planta (Figura 10), se puede observar que un suelo alto en materia orgánica presentó un mayor número de macollos que uno bajo en materia orgánica, independiente de la presencia o ausencia de larvas. También es posible apreciar una disminución en el número de macollos al pasar de un suelo alto a uno bajo en materia orgánica, esto en ausencia de larvas, sin embargo, en presencia de larvas esta disminución no es tan significativa.



**FIGURA 10** Efecto de *P. herrmanni*, sobre el número de macollos de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.

**CUADRO 6 Efecto de la materia orgánica del suelo sobre el número total de plantas de trigo del cultivar Kumpa (plantas por maceta).**

Semanas post-siembra	Materia orgánica	
	Trumao 14,2%	Trumao 3,2%
	T1	T2
2	22,00 b	16,62 a
3	26,93 a	27,87 a
4	28,50 a	28,81 a
5	28,62 a	28,93 a
6	28,75 a	29,00 a
7	28,75 a	29,00 a
8	28,68 a	29,00 a
9	28,56 a	29,00 a
10	28,50 a	29,00 a
11	28,43 a	29,00 a
12	28,37 a	29,00 a
13 (cosecha)	28,37 a	28,81 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

El análisis estadístico de los resultados para el número total de plantas, (Cuadro 6), solo arrojó diferencias significativas para el efecto materia orgánica, en la primera medición realizada, donde se pudo ver claramente que un suelo con alto contenido de materia orgánica presentó un mayor número de plantas; sin embargo, esta situación cambia a partir de la segunda medición (tercera semana post-siembra), en la cual dejan de existir diferencias entre los tratamientos lo que indicaría que el contenido de materia orgánica del suelo no

tendría influencia sobre la característica evaluada en las condiciones en que se desarrolló el ensayo. Esta situación diferencial en la primera época, sería producto de una mayor retención de humedad, al aumentar la materia orgánica lo cual favorecería el desarrollo de la semilla.

AGUILERA (2000), señala que uno de los principales procesos en que interviene la materia orgánica es en la retención de agua por la formación de puentes de hidrógeno entre los polímeros orgánicos y el agua. Como el horizonte superficial del suelo es el más rico en materia orgánica, el agua se retiene especialmente en la zona radical de los cultivos, aumentando su disponibilidad.

**CUADRO 7 Efecto de *Phytoloema herrmanni*, sobre el número total de plantas de trigo del cultivar Kumpa (plantas por maceta).**

Semanas post-siembra	Larvas por maceta (Larvas por m <sup>2</sup> )	
	0 (0)	8 (100)
2	18,81 a	19,81 a
3	27,43 a	27,37 a
4	28,87 a	28,43 a
5	29,06 a	28,50 a
6	29,12 a	28,62 a
7	29,12 a	28,62 a
8	29,12 a	28,56 a
9	29,06 a	28,50 a
10	29,06 a	28,43 a
11	29,06 a	28,37 a
12	29,00 a	28,37 a
13 (cosecha)	28,87 a	28,31 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

En el Cuadro 7 se presentan los resultados para el número total de plantas, el cual arrojó ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos con y sin larvas en las mediciones realizadas durante el experimento. Si bien es cierto, la presencia de larvas significó una leve disminución en el número total de plantas, estos resultados no fueron estadísticamente significativos; la ausencia de este efecto pondría dudas sobre lo adecuado de las densidades estudiadas, pues la densidad usada pudo haber



sido incapaz de producir la pérdida de plantas<sup>2</sup>, esto atendiendo a que es el principal parámetro afectado por larvas de escarabeidos.

FRESARD (1992) Y RADCLIFFE (1971), señalan que el principal daño que causan las larvas de estos insectos es la desaparición de plantas, más que una reducción en el crecimiento. La disminución en el número de plantas, como consecuencia del ataque de larvas de escarabeidos, se debe a que cuando el corte de raíces ocurre cerca de la superficie del suelo, las plantas se pierden porque las raíces al ser reducidas en su tamaño son incapaces de mantener a la planta (FRESARD, 1992).

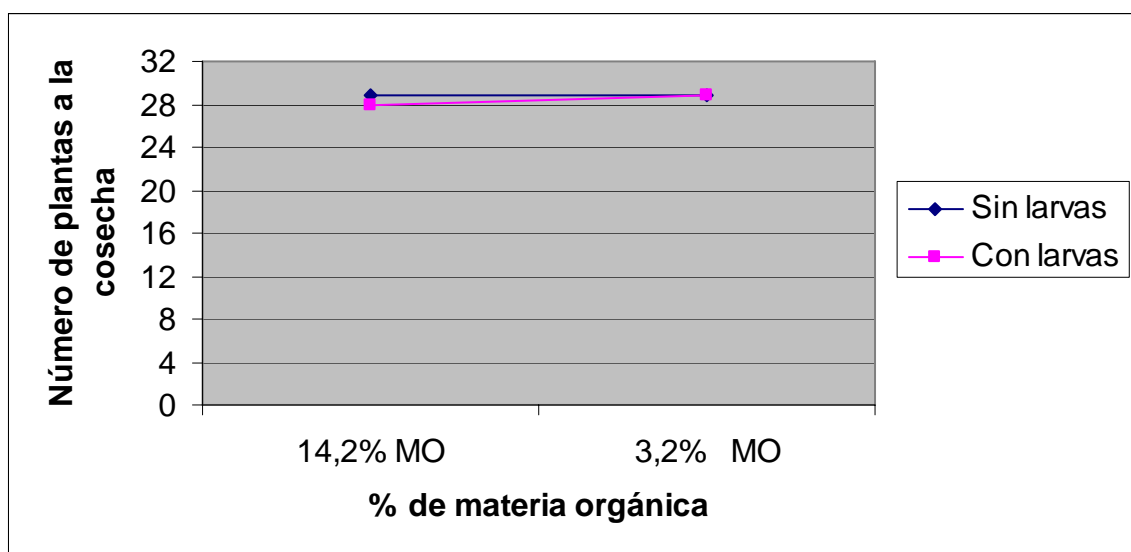
ROJAS (1994), indica que las larvas de escarabeidos afectan el número de plantas cuando la infestación de larvas ocurre en los estados iniciales del establecimiento del cultivo.

Otro de los factores que pudieron incidir en que no existieran diferencias en las densidades estudiadas, sobre el número de plantas, podría estar dada por el bajo porcentaje de sobrevivencia de las larvas en los sustratos en los que se desarrollo el ensayo, lo que junto a una densidad que pudo ser incapaz de producir pérdida de plantas, explicaría el porque no se manifestó el principal daño que causan estas larvas.

---

<sup>2</sup> CARRILLO, R. 2005. Ing. Agrónomo, PhD. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Comunicación personal.

El efecto de la interacción *P. herrmanni* y materia orgánica del suelo, sobre el número de plantas se presenta en la Figura 11, a pesar que ella no fue significativa, se observa que el efecto fue levemente superior en un suelo con alto contenido de materia orgánica. Esto podría deberse como se señaló anteriormente a la mayor sobrevivencia larval en un suelo con mayor contenido de materia orgánica (Cuadro 12), lo que se traduciría en un mayor efecto sobre las plantas. También es posible apreciar que en ausencia de larvas, en ambos sustratos el número de plantas se mantuvo.



**FIGURA 11** Efecto de *P. herrmanni*, sobre el número de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.

**CUADRO 8 Efecto de la materia orgánica del suelo sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Semanas post-siembra	Materia orgánica	
	Trumao 14,2%	Trumao 3,2%
	T1	T2
3	5,70 a	5,39 a
4	7,97 b	7,11 a
5	11,93 b	10,54 a
6	14,91 b	13,34 a
7	18,11 a	16,61 a
8	21,15 a	20,14 a
9	24,61 a	23,99 a
10	26,68 a	26,03 a
11	28,24 a	28,35 a
12	29,06 a	29,59 a
13 (cosecha)	34,65 a	36,16 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

Los resultados obtenidos en el Cuadro 8, indican diferencias estadísticas significativas para la altura de plantas, entre la cuarta a sexta semana post-siembra, donde un contenido alto de materia orgánica significó una mayor altura de las plantas. Para las demás mediciones no existieron diferencias entre los distintos contenidos de materia orgánica del suelo; sin embargo, se pudo apreciar que la altura de las plantas fue levemente superior en un suelo con bajo contenido de materia orgánica, al acercarse la fecha de cosecha (semana 13).

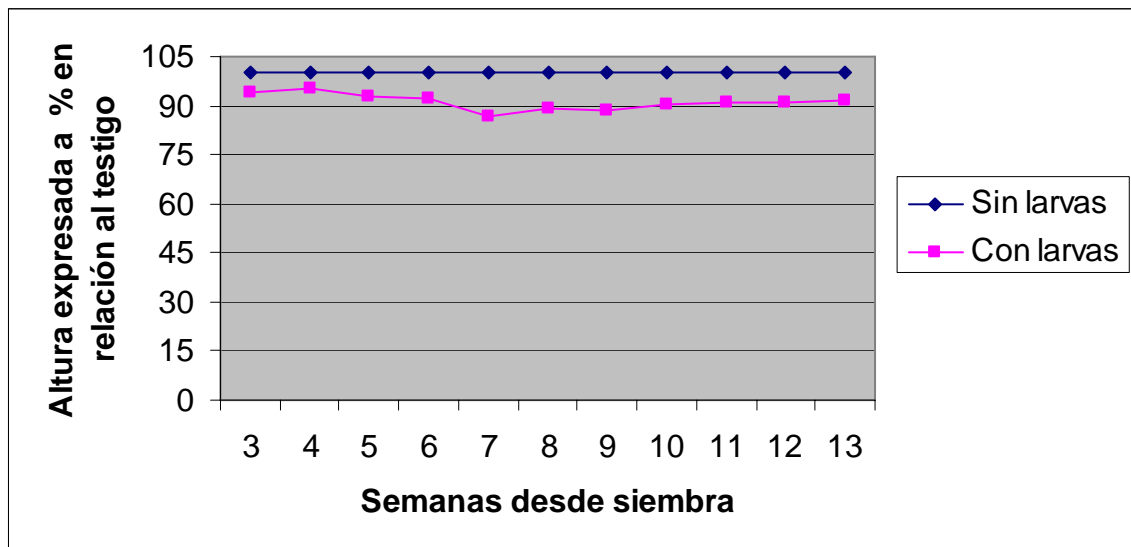
AGUILERA (2000), indica que la materia orgánica es fuente primaria de nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre; de acuerdo a esto último la diferencia de altura que se presenta en un suelo alto en materia orgánica en una época determinada del cultivo, puede estar relacionada con la mayor disponibilidad de nutrientes que pudo haber existido en un suelo con mayor contenido de materia orgánica, lo que favoreció la mayor altura de las plantas en la primera etapa del cultivo.

**CUADRO 9 Efecto de *Phytoloema herrmanni*, sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Semanas post-siembra	Larvas por maceta (Larvas por m <sup>2</sup> )	
	0 (0)	8 (100)
3	5,71 a	5,38 a
4	7,74 a	7,35 a
5	11,66 a	10,81 a
6	14,71 a	13,53 a
7	18,57 b	16,15 a
8	21,86 b	19,43 a
9	25,77 b	22,83 a
10	27,73 b	24,99 a
11	29,62 b	26,97 a
12	30,75 b	27,90 a
13 (cosecha)	36,94 b	33,87 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

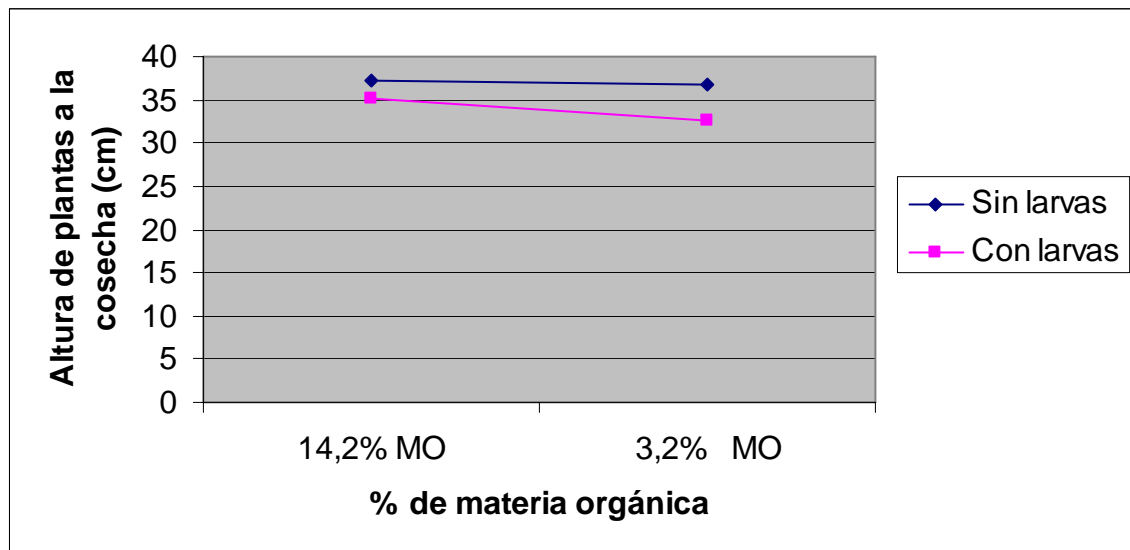
Al estudiar el efecto larvas sobre la altura de las plantas (Cuadro 9), el análisis estadístico arrojó ausencia de diferencias significativas hasta la sexta semana post-siembra, esto cambió a partir de la séptima semana, en la cual las diferencias se hacen significativas, donde un suelo en presencia de larvas tuvo una menor altura de sus plantas en relación al testigo; este efecto podría estar explicado por la movilización de recursos de la planta para corregir la situación de daño sobre las raíces. Estos resultados difieren a los obtenidos por FRESARD (1992), y ROJAS (1994), quienes no encontraron efectos sobre la altura de las plantas por parte de *P. herrmanni*; sin embargo, ello pudo deberse a la metodología usada. Este último autor hace una acotación con respecto a la forma de medición de las plantas, en la cual señala que solo se midió aquella planta que tenía la mayor longitud, detalle que en este ensayo se corrigió al medir cada una de las plantas de cada maceta dejando como longitud representativa de la maceta el promedio de las plantas medidas.



**FIGURA 12** Efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.

Al expresar la altura de las plantas en porcentaje, dejando al testigo como 100%, se puede apreciar el efecto que las larvas tienen sobre la altura de las plantas, donde queda de manifiesto que *P. herrmanni* ejerce un retraso en el crecimiento de las plantas, las cuales pasada cierta época tienden a recuperarse como se aprecia en la Figura 12. Esta recuperación en altura pudo haberse producido una vez que las raíces se habían recuperado y no hubo necesidad de traslocar recursos desde el área foliar, sin embargo, esta recuperación que manifiestan las plantas no alcanzaría a compensar la pérdida de materia seca foliar experimentada por las plantas.

Al analizar el efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura de plantas de trigo, en un suelo con distinto contenido de materia orgánica, se determinó que estadísticamente tendió a existir interacción entre estos factores al momento de la cosecha, lo que queda gráficamente demostrado en la Figura 13.



**FIGURA 13** Efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.

En la figura se puede observar que en ambos sustratos cuando están en ausencia de larvas, prácticamente no existen diferencias en la altura de sus plantas, sin embargo, esto cambia considerablemente cuando *P. herrmanni*, esta presente, pues la altura de las plantas se ve claramente afectada y este efecto fue mayor en un suelo bajo en materia orgánica.

**CUADRO 10 Efecto de la materia orgánica del suelo sobre el número de hojas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Semanas post-siembra	Materia orgánica	
	Trumao 14,2%	Trumao 3,2%
	T1	T2
6	3,00 a	3,12 a
7	3,93 a	4,00 a
8	4,00 a	4,18 a
9	5,00 a	4,93 a
10	5,06 a	5,37 b
11	6,00 a	5,93 a
12	7,00 a	6,93 a
13 (cosecha)	8,00 a	7,93 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

El análisis estadístico de los resultados para el número de hojas (Cuadro 10), arrojó ausencia de diferencias significativas para el efecto materia orgánica, sin embargo, en la quinta medición las diferencias fueron significativas, donde un suelo con bajo contenido de materia orgánica presentó una mayor cantidad de hojas que un suelo alto en materia orgánica; debido a que esta situación no

se mantuvo en observaciones posteriores, ello pudo haber sido producido por un error experimental. Estudios realizados por MCMASTER *et al.* (2003), indican que la temperatura es uno de los factores medioambientales primarios en controlar el filocrono o tasa de aparición de hojas en trigo. Resultados experimentales obtenidos por este autor señalan que la temperatura del suelo, profundidad de la corona y principalmente la temperatura sobre la canopia permiten predecir el ritmo con que aparecen las hojas en el vástago principal. De acuerdo a esto último hay que señalar que las condiciones dadas en el ensayo fueron similares en los distintos tratamientos y explican la ausencia de un efecto en este carácter de la planta.

**CUADRO 11 Efecto de *Phytoloema herrmanni*, sobre el número de hojas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

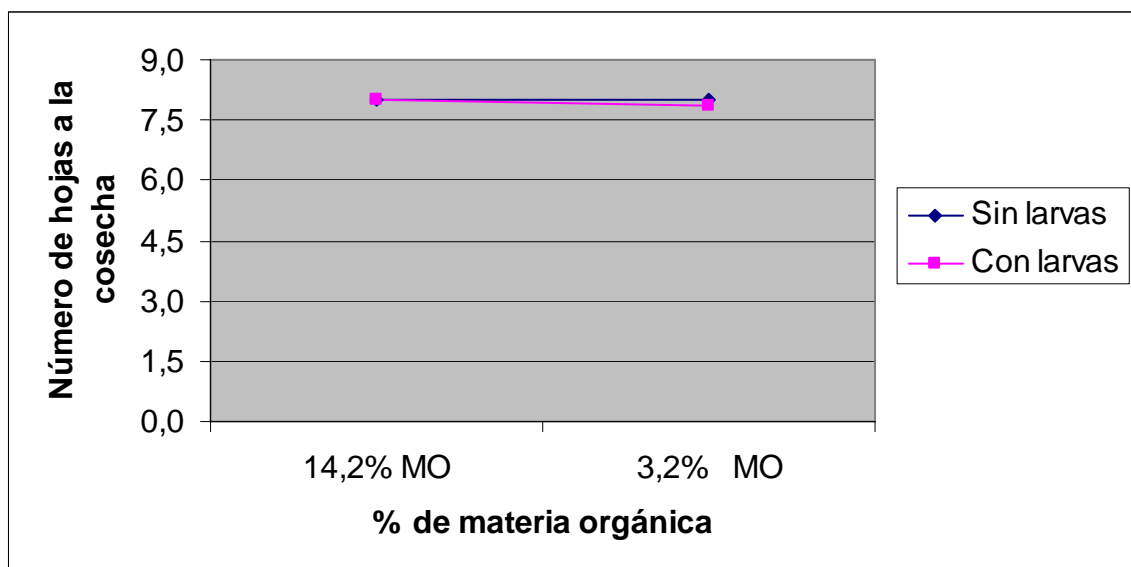
Semanas post-siembra	Larvas por maceta (Larvas por m <sup>2</sup> )	
	0 (0)	8 (100)
6	3,06 a	3,06 a
7	4,00 a	3,93 a
8	4,06 a	4,12 a
9	4,93 a	5,00 a
10	5,18 a	5,25 a
11	6,00 a	5,93 a
12	7,00 a	6,93 a
13 (cosecha)	8,00 a	7,93 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).



En el Cuadro 11, se presenta el análisis estadístico para el efecto larvas sobre el número de hojas de las plantas, el que arrojó ausencia de diferencias significativas entre el testigo y un suelo con la presencia de larvas. PEZOA (1996), evaluando el efecto de distintas densidades larvales de *P. herrmanni*, sobre el número de hojas de diferentes especies pratenses, encontró que en la ballica inglesa, pasto ovillo y trébol rosado no existían diferencias en el número de hojas al aumentar la densidad larval, pero en trébol blanco, trébol subterráneo y alfalfa se presentó un descenso significativo en el número de hojas al incrementar la cantidad de larvas, lo cual indicaría que el efecto depende de la especie de planta.

Con respecto al efecto de *P. herrmanni*, sobre el número de hojas de plantas de trigo, en un suelo con distinto contenido de materia orgánica, se determinó que estadísticamente no existió una interacción significativa entre estos factores.



**FIGURA 14 Efecto de *P. herrmanni*, sobre el número de hojas de plantas de trigo, en un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica.**

Como se puede observar (Figura 14), en ambos suelos prácticamente no existe el efecto de las larvas sobre el número de hojas de las plantas de trigo, pues si bien se produce una leve disminución sobre este parámetro en un suelo bajo en materia orgánica, estadísticamente estas diferencias no existen.

#### **4.2 Supervivencia larval en un suelo con distinto contenido de materia orgánica.**

A continuación se presenta el efecto del contenido de materia orgánica del suelo, sobre la supervivencia y peso larval.

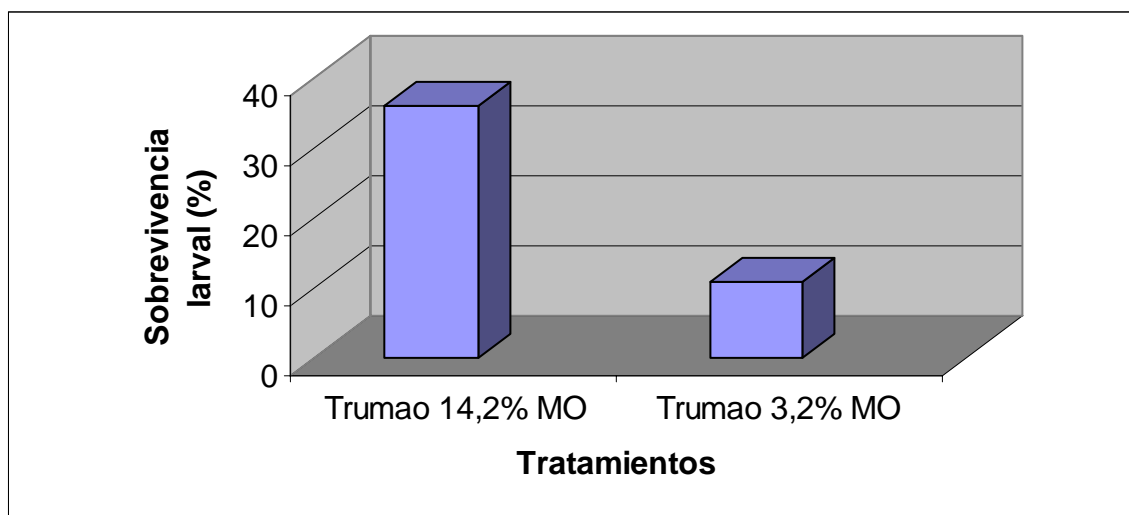
**CUADRO 12 Efecto del contenido de materia orgánica del suelo, sobre la sobrevivencia y peso de larvas de *P. herrmanni*.**

Parámetros	Materia orgánica	
	Trumao 14,2%	Trumao 3,2%
	T1	T2
Sobrevivencia larval (%)	35,93 b	10,93 a
Peso larval (g)	0,36 b	0,20 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

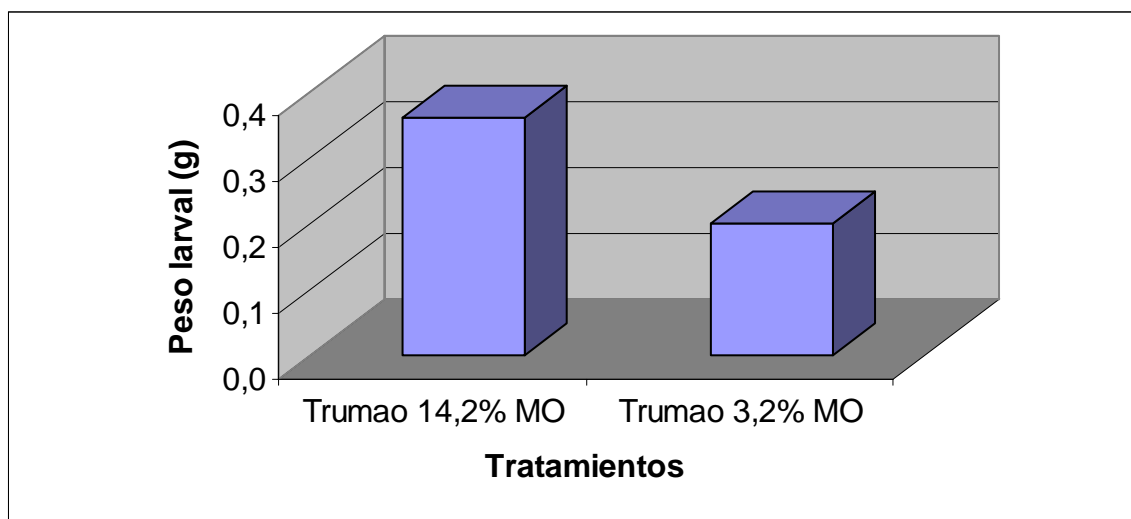
Los resultados estadísticos del Cuadro 12, indican diferencias significativas entre los tratamientos para sobrevivencia y peso larval, donde se pudo apreciar que un suelo alto en materia orgánica presentó un mayor porcentaje de sobrevivencia y peso de sus larvas, en comparación a un suelo bajo en materia orgánica, tal como se puede apreciar en las Figuras 15 y 16. Esta mayor sobrevivencia en suelos con mayor contenido de materia orgánica, puede estar relacionado con la mayor disponibilidad de restos de raíces en el suelo superficial, lo que indica no solo la importancia del contenido de materia orgánica, sino el tipo de materia orgánica en la sobrevivencia larval.

Experimentos realizados por DAVIDSON (1969), indican que las larvas de escarabeidos incrementan su peso y sobrevivencia al aumentar la materia orgánica del suelo, esta última en forma de estiércol.



**FIGURA 15 Efecto de la materia orgánica del suelo, sobre la sobrevivencia de larvas de *P. herrnanni*.**

RIDSDILL-SMITH (1975), señala que si bien muchas especies de escarabeidos pueden alimentarse tanto de la materia orgánica como de las raíces de plantas vivas, su habilidad para seleccionar una en lugar de otra es poco entendida. Según este autor, cuando las raíces vivas no estaban presentes, las larvas fueron capaces de alimentarse y crecer a una tasa reducida por largos periodos de tiempo sobre la materia orgánica muerta. El mismo estudio señala que cuando las larvas de *Sericesthis nigrolineata* (Boisd.) se mantuvieron en un suelo Ebor de una pradera mejorada sin plantas, con un contenido de 17-18% de materia orgánica, ellas no ingirieron tanto material y no crecieron tan bien como las larvas que se habían alimentado de un suelo Chiswick de una empastada nativa que contenía solo un 3-4% de materia orgánica, por lo que no encontró evidencia de que el mayor contenido de materia orgánica en el suelo Ebor permitiera crecer mejor a las larvas. El mismo autor señala que la calidad o tipo de materia orgánica, posiblemente relacionada con la actividad microbiana, puede ser más importante que la cantidad de materia orgánica presente en el suelo.



**FIGURA 16 Efecto de la materia orgánica del suelo, sobre el peso de larvas de *P. herrnanni*.**

De acuerdo a los estudios señalados anteriormente y a los resultados obtenidos en este ensayo el tipo o la calidad de la materia orgánica del suelo utilizado en este experimento permitiría explicar la respuesta de las larvas a contenidos diferentes de materia orgánica, puesto que una mayor disponibilidad de nutrientes favorecerían el desarrollo de las larvas. ZAGAL *et al.* (2002), señala que la materia orgánica del suelo se divide en fracciones lábiles o activas, que se encuentra formada por restos de animales, plantas y microorganismos, transformados de manera incompleta, que son la primera fuente de humus y que no forman parte integral del suelo; y la fracción estable o pasiva formada por sustancias húmicas y productos de descomposición que forman parte integral del suelo. Según esto último, una mayor proporción de la fracción lábil de la materia orgánica podría estar presente en el suelo sacado de manera superficial (alto en materia orgánica), lo que podría significar una mayor disponibilidad de nutrientes, que redundaría en una mayor sobrevivencia y peso de las larvas. Esta mayor sobrevivencia podría explicar el mayor daño causado a las plantas en suelos altos en materia orgánica.

### 4.3 Efecto del tipo de suelo y de larvas de *Phytoloema herrmanni* sobre plantas de trigo.

En este ensayo se analizó el efecto causado por larvas de tercer estadio de *P. herrmanni* sobre el establecimiento y desarrollo de plantas de trigo (*T. aestivum* L.), al utilizar distintos tipos de suelo. Los parámetros evaluados fueron los mismos del ensayo antes descrito.

**CUADRO 13 Efecto del tipo de suelo, sobre distintas características morfológicas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Parámetros	Suelo		
	Trumao (14,2% MO)	Vega (4,8% MO)	Arena (0,1% MO)
	T1	T2	T3
Materia seca radical (g)	2,50 a	2,61 a	7,11 b
Materia seca foliar (g)	5,21 b	4,43 ab	3,53 a
Materia seca total (g)	7,72 a	7,05 a	10,64 a
Longitud de la raíz (cm)	23,98 b	9,98 a	30,25 c
Número de macollos por planta	2,31 a	2,00 a	2,37 a
Rel. MS foliar/MS radical	2,19 b	1,97 b	0,69 a
Rel. MS radical/Long. raíz	0,09 a	0,25 b	0,22 b

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

El análisis estadístico de los resultados para la materia seca total y número de macollos por planta, arrojó ausencia de diferencias significativas para el efecto suelo (Cuadro 13).

Para el parámetro materia seca radical, el análisis indica diferencias significativas entre el suelo arenoso y los suelos trumao y de vega, donde el suelo arenoso, presentó un mayor contenido de materia seca radical con respecto a los demás sustratos; entre los suelos trumao y de vega no existieron diferencias. La explicación para esto último podría estar relacionada con la mayor longitud que presentaron las raíces de las plantas al desarrollarse en un suelo arenoso lo que significó una mayor masa radical en comparación a los demás suelos.

Con respecto a la materia seca foliar, existen diferencias significativas entre la arena y el suelo trumao, presentando este último un mayor contenido de materia seca foliar; el suelo de vega presentó un efecto intermedio con respecto a los demás suelos. De acuerdo a estos resultados, el mayor contenido de materia seca foliar que presentó el suelo trumao puede deberse a una mejor nutrición de las plantas lo que favoreció la acumulación de carbohidratos y con esto la materia seca foliar; esto debido a que el suelo de vega presentaba una alta saturación de aluminio (Anexo 27), lo que pudo haber influido en que la absorción de nutrientes por parte de las raíces haya sido deficiente y con esto la acumulación de carbohidratos se viera disminuida; lo mismo pudo ocurrir en el suelo arenoso puesto que una menor retención de agua producto de la mayor porosidad del suelo, junto al lavado de nutrientes pudieron influir en una menor acumulación de productos de reserva en las plantas.

El análisis estadístico para la longitud de raíces, mostró diferencias significativas, entre los distintos suelos, donde el suelo arenoso presentó el mayor desarrollo de las raíces y el suelo de vega la menor longitud de estas; en este último caso se debe dejar presente que este suelo tuvo un alto porcentaje de saturación de aluminio (42,6%), lo que repercutió fuertemente en el desarrollo radical, en lo que a longitud se refiere, puesto que según lo

observado, las raíces compensaron presentándose más cortas y robustas. BAVER (1973), señala que la disponibilidad de agua y nutrientes juega un papel importante en la proliferación del sistema radical, indicando que el desarrollo de un buen sistema de raíces es función de la porosidad y compresibilidad del suelo. Este mismo autor a su vez señala que si el suelo contiene sustancias tóxicas, tales como cantidades excesivas de aluminio soluble, el desarrollo de las raíces es restringido.

En cuanto a la relación MS foliar-MS radical, el análisis arrojó diferencias significativas entre los suelos, siendo la arena la que presentó la menor relación en este aspecto en comparación a los otros sustratos, que no presentaron diferencias entre si. Esta menor relación presente en el suelo arenoso pudo deberse a que en este sustrato las plantas no movilizaron recursos hacia el área foliar producto de una menor disponibilidad de nutrientes en el suelo y al gran desarrollo que experimentaron las raíces en su búsqueda de nutrientes.

Para la relación MS radical-longitud de la raíz, el análisis indicó diferencias significativas entre los suelos trumao y los suelos de vega y arena, siendo el trumao el que presentó la menor relación; entre los suelos de vega y arena no existió diferencias. Como se señala anteriormente en el suelo trumao pudo existir una mayor disponibilidad de nutrientes, lo que llevó a que las plantas traslocaran recursos hacia el área foliar y existiera una menor acumulación de carbohidratos en las raíces lo que redujo el contenido de materia seca radical provocando una menor relación en el parámetro evaluado.

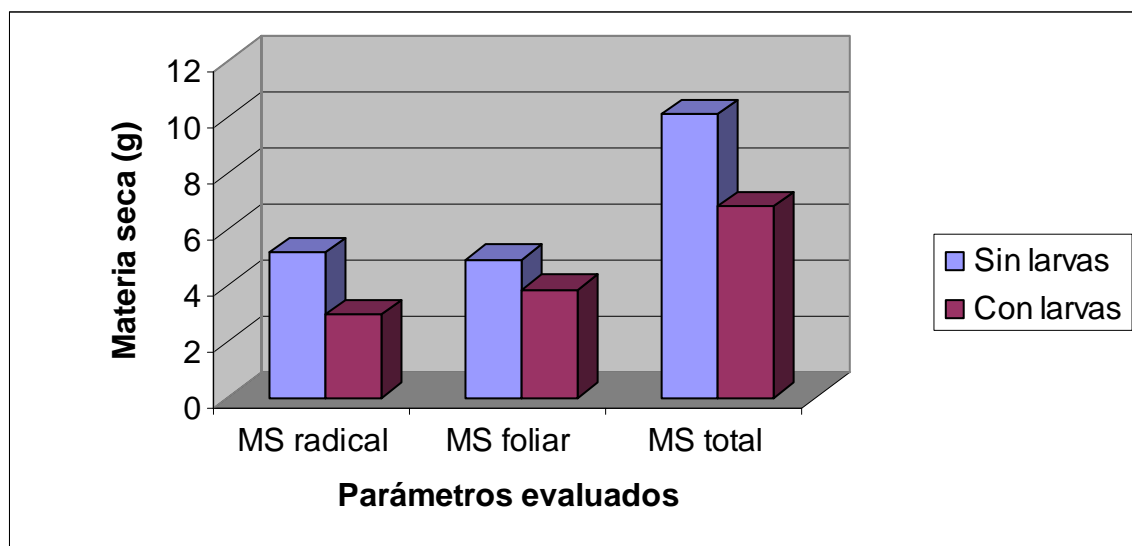


**CUADRO 14 Efecto de larvas de *Phytoloema herrmanni*, sobre distintas características morfológicas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Parámetros	Larvas por maceta (Larvas por m <sup>2</sup> )	
	0 (0)	8 (100)
Materia seca radical (g)	5,18 b	2,97 a
Materia seca foliar (g)	4,93 b	3,85 a
Materia seca total (g)	10,11 b	6,82 a
Longitud de la raíz (cm)	23,67 a	19,14 a
Número de macollos por planta	2,37 a	2,08 a
Rel. MS foliar/MS radical	1,69 a	1,62 a
Rel. MS radical/Long. raíz	0,21 a	0,16 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

En el Cuadro 14 se presentan los resultados para el efecto larvas, en el cual el análisis estadístico arrojó para la materia seca radical, foliar y total, diferencias significativas entre el testigo y un suelo infestado con larvas, donde la presencia de larvas redujo el contenido de materia seca con respecto a un suelo sin larvas, esto se puede apreciar en la Figura 17. Para los demás parámetros, el análisis arrojó ausencia de diferencias significativas. Los resultados aquí obtenidos discrepan a los obtenidos en el ensayo anterior con respecto a la materia seca, pues como se ve existe un efecto de las larvas sobre estos parámetros evaluados, sin embargo, no se encontró una interacción entre los factores suelo y larvas.

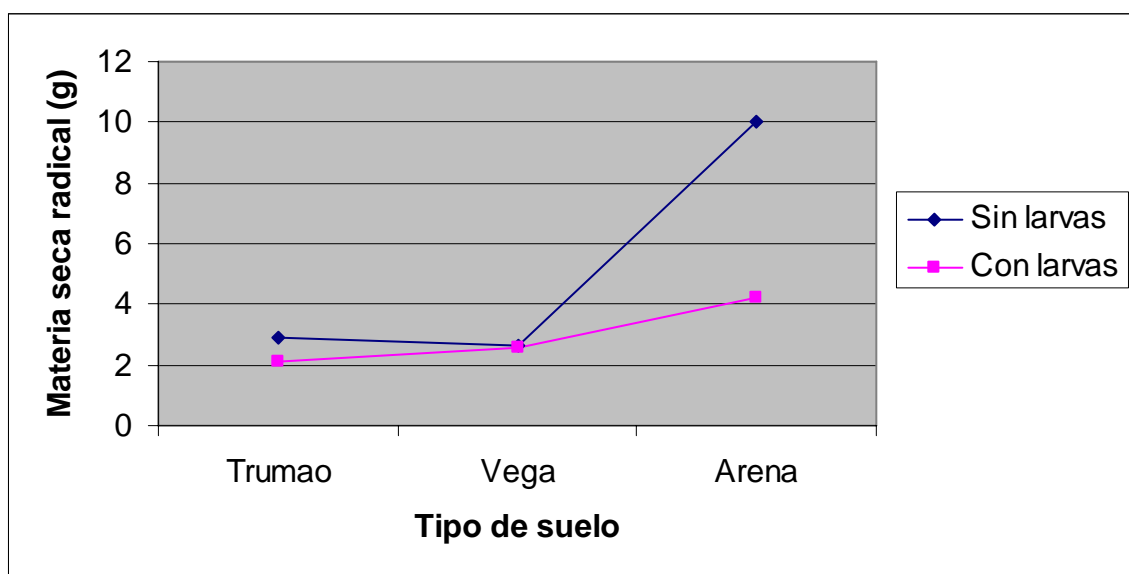


**FIGURA 17 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la materia seca de plantas de trigo cultivar Kumpa.**

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por ROJAS (1994), quien encontró efectos sobre la materia seca de distintas especies pratenses por parte de distintas densidades larvales de *P. herrmanni*, que al aumentar en cantidad provocan una disminución de la materia seca de la planta.

En cuanto al efecto que las larvas tienen sobre la longitud de las raíces y sobre el número de macollos de las plantas, los resultados coinciden con el experimento anterior, puesto que las larvas no tuvieron efecto sobre estos parámetros, a pesar de estar en suelos distintos.

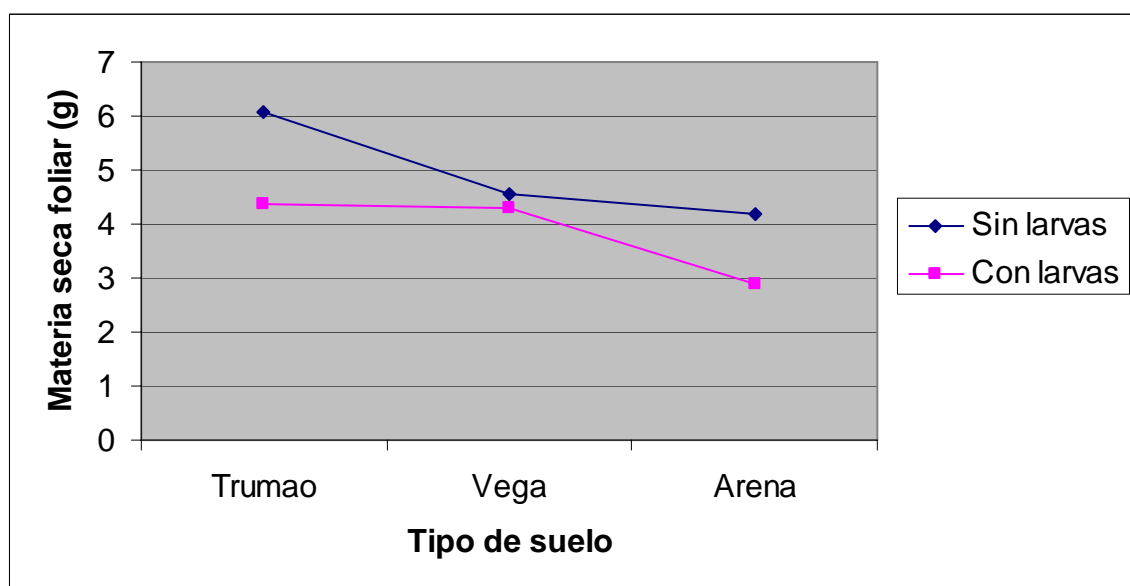
Al igual que el experimento anterior no existió interacción entre los factores tipo de suelo y larvas, sobre los parámetros evaluados, a pesar de ello se presentarán esquemáticamente los resultados del efecto de *P. herrmanni*, sobre las plantas de trigo en distintos tipos de sustrato.



**FIGURA 18 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la materia seca radical de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.**

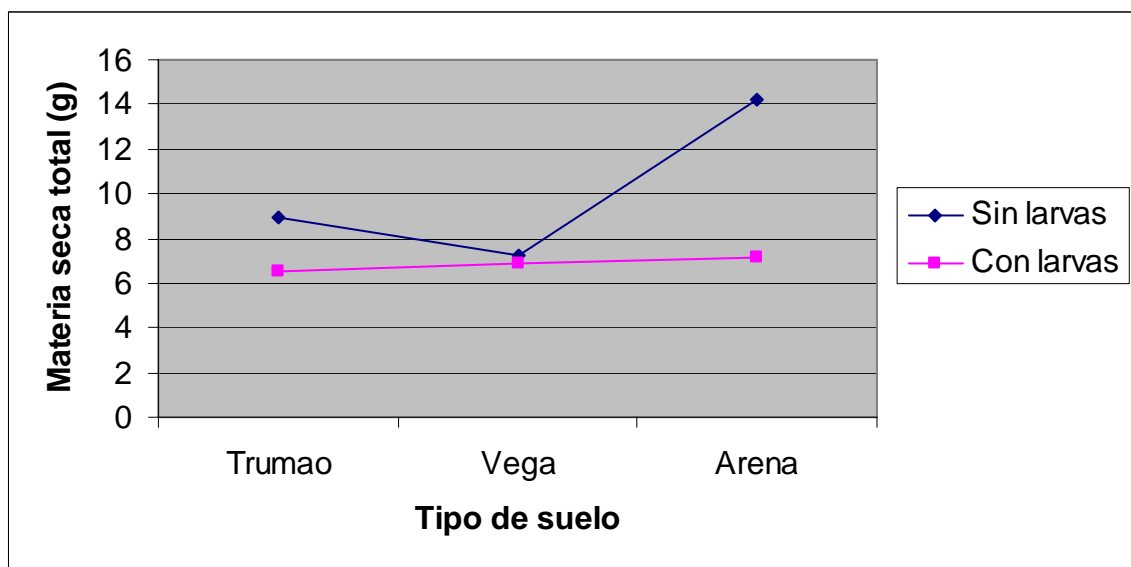
Al analizar la Figura 18, se puede observar que en los suelos trumao y vega, el efecto de las larvas prácticamente no se manifiesta, pues el contenido de materia seca radical de las plantas fue similar, sin embargo, en la arena es posible apreciar claramente el daño provocado por las larvas, pues cuando este sustrato estuvo en presencia de *P. herrmanni*, las plantas sufrieron una disminución significativa en la producción de materia seca radical. De acuerdo a esto último se podría inferir que en condiciones extremas de hábitat en cuanto al tipo de suelo, y su contenido de materia orgánica, el efecto o daño provocado por las larvas de estos insectos se haría significativamente mayor que en suelos con un porcentaje normal de materia orgánica. En estos casos sería importante la cantidad de materia orgánica presente en el sustrato.

También es importante señalar la diferencia significativa que se produce entre los suelos arenoso y trumao y vega en cuanto a la producción de materia seca radical, pues como es posible observar esta producción es claramente superior en la arena; esto podría estar relacionado a la porosidad que este suelo presenta y que facilita la elongación y el desarrollo de las raíces en búsqueda de nutrientes.



**FIGURA 19 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la materia seca foliar de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.**

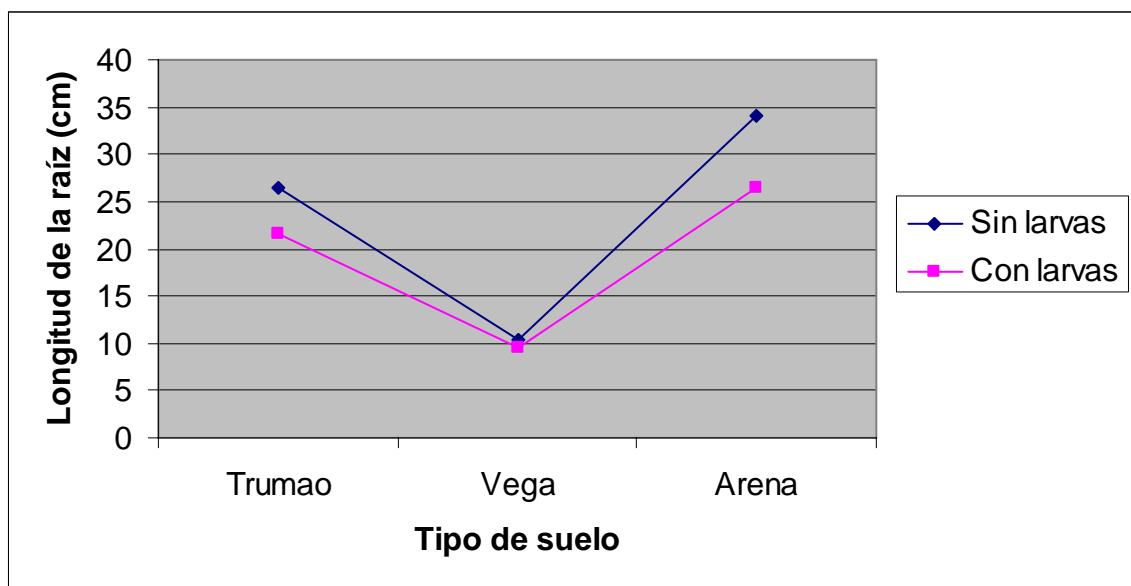
De acuerdo a estos resultados (Figura 19), se puede apreciar la importancia del tipo de suelo para el cultivo, pues a medida que la calidad del suelo disminuye el contenido de materia seca foliar de las plantas también disminuye. Sin embargo, cuando estos suelos están en presencia de larvas, esta diferencia no se produce entre los suelos trumao y vega pues las producciones se mantuvieron, a diferencia de la arena cuya producción fue menor a los otros suelos.



**FIGURA 20 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la materia seca total de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.**

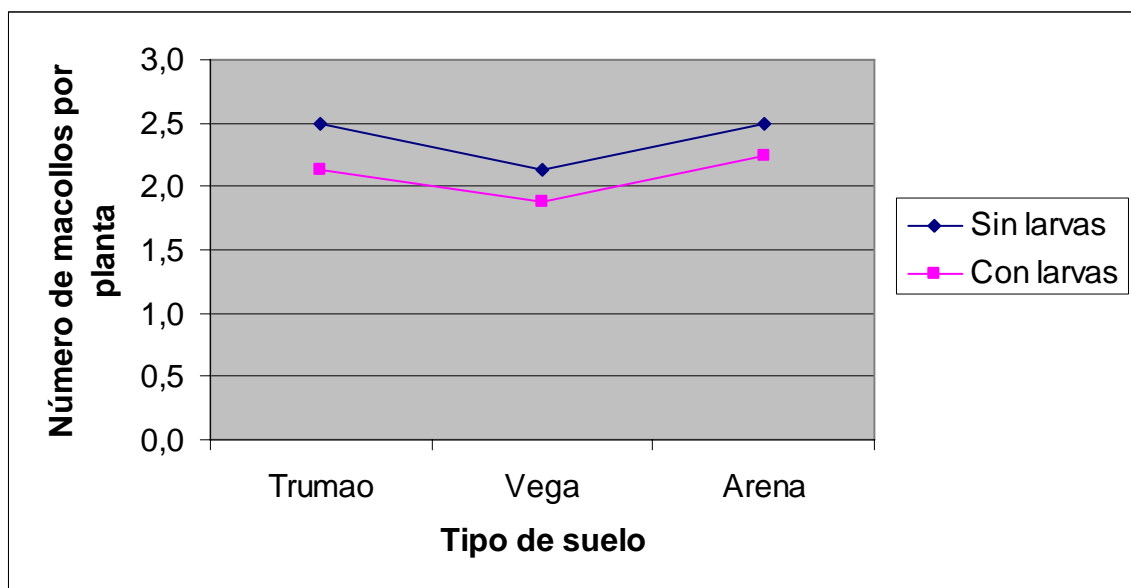
En la Figura 20, en ausencia de larvas el contenido de materia seca total de las plantas es significativamente superior en el suelo arenoso, siendo el efecto de las larvas mayor en el suelo trumao. En el sustrato vega se puede apreciar que con o sin larvas la producción de materia seca fue similar.

Si se observa la Figura 21, no se aprecia un efecto de la interacción larva y suelo, sobre la longitud de las raíces, pues ambas curvas siguen un patrón similar. El menor tamaño de las raíces en el suelo de vega, puede estar relacionado con el alto grado de saturación de aluminio que este presentó (Anexo 27).



**FIGURA 21 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.**

En relación al número de macollos (Figura 22), se puede ver que en los distintos sustratos la presencia de larvas significó una leve disminución en el número de macollos. También es posible observar que en el suelo de vega, independiente de la presencia de larvas el número de macollos fue menor a los demás sustratos, a su vez el efecto de las larvas de escarabeidos sobre el número de macollos por planta, sigue un patrón similar en los distintos tipos de suelo.



**FIGURA 22** Efecto de *P. herrmanni*, sobre el número de macollos de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.

**CUADRO 15 Efecto del tipo de suelo, sobre el número total de plantas de trigo del cultivar Kumpa (plantas por maceta).**

Semanas post-siembra	Suelo		
	Trumao (14,2% MO)	Vega (4,8% MO)	Arena (0,1% MO)
	T1	T2	T3
2	20,06 b	9,00 a	11,12 a
3	26,18 b	23,43 b	16,00 a
4	27,68 b	26,56 b	17,31 a
5	27,75 b	27,18 b	17,81 a
6	27,68 b	27,37 b	17,93 a
7	27,68 b	27,37 b	18,43 a
8	27,56 b	27,37 b	18,43 a
9	27,31 b	27,25 b	18,50 a
10	27,25 b	27,12 b	18,50 a
11	27,25 b	27,12 b	18,50 a
12	27,18 b	27,12 b	18,50 a
13 (cosecha)	26,75 b	25,93 b	15,87 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

Como se puede apreciar en el Cuadro 15, para el número de plantas, el análisis estadístico arrojó diferencias significativas entre el suelo trumao, con respecto a los suelo de vega y arena en la primera medición realizada, donde el suelo trumao presentó un mayor número de plantas. Sin embargo, a partir de la segunda medición (tercera semana post-siembra), dejaron de existir diferencias



con respecto al suelo de vega. El suelo arenoso fue el que presentó el menor número de plantas a través de todo el experimento.

Al asociar estos resultados con el experimento anterior tomando en cuenta el contenido de materia orgánica y la textura de los distintos tipos de suelo se podría ver que el mayor contenido de materia orgánica favoreció la germinación de la semilla significando un mayor número de plantas al momento de realizar la primera medición, lo que sería producto de una mayor retención de humedad, que favorecería el desarrollo de la semilla. La baja germinación en la arena se explicaría en gran medida por la baja retención de agua que estos sustratos tienen. De acuerdo a esto último SLAFER *et al.* (2001), indican que para que se produzca la germinación de la semilla, es necesario que exista humedad en el perfil del suelo, ya que la semilla debe absorber entre un 25 a 40% de su peso para que se produzca este proceso.

**CUADRO 16 Efecto de *Phytoloema herrmanni*, sobre el número total de plantas de trigo del cultivar Kumpa (plantas por maceta).**

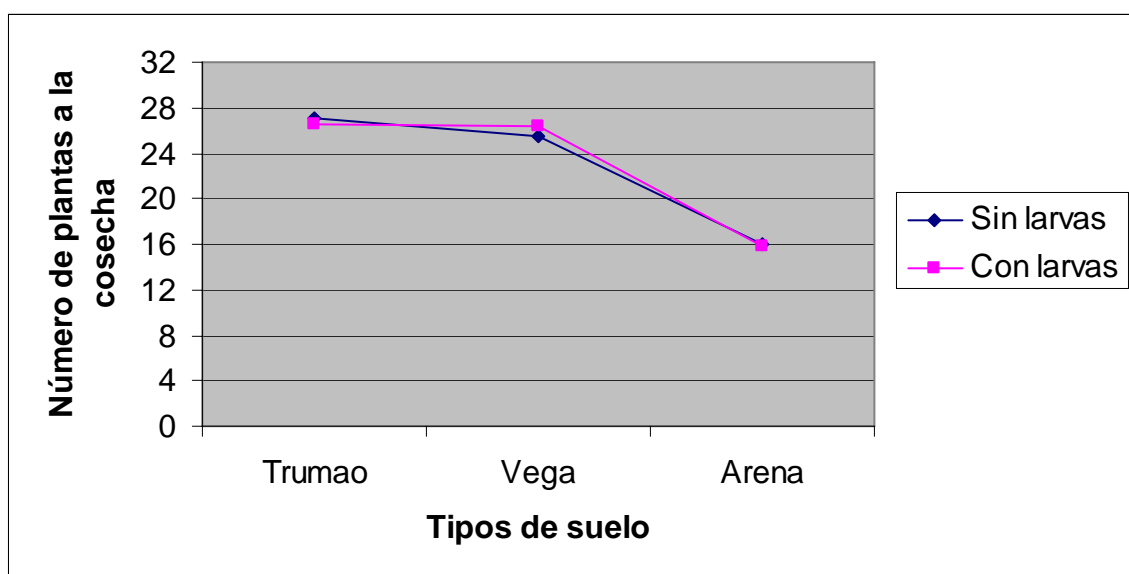
Semanas post-siembra	Larvas por maceta (Larvas por m <sup>2</sup> )	
	0 (0)	8 (100)
2	13,45 a	13,33 a
3	21,08 a	22,66 a
4	22,91 a	24,79 a
5	23,58 a	24,91 a
6	23,70 a	24,95 a
7	23,79 a	25,20 a
8	23,79 a	25,12 a
9	23,62 a	25,08 a
10	23,62 a	24,95 a
11	23,62 a	24,95 a
12	23,58 a	24,95 a
13 (cosecha)	22,83 a	22,87 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

En el Cuadro 16 se presentan los resultados del efecto que tienen las larvas sobre el número de plantas. Este análisis estadístico arrojó ausencia de diferencias significativas entre el testigo y un suelo con larvas, sin embargo, se puede apreciar que existe una leve diferencia a favor de un suelo infestado, en el cual existe un mayor número de plantas, pero cuyas diferencias no son significativas entre los tratamientos. Los resultados coincidieron con el experimento anterior, en cuanto a no existir efecto de las larvas sobre el número

de plantas, a pesar de estar en suelos distintos. Tal como se discutió anteriormente la densidad utilizada puede haber sido factor para que el principal daño que ocasionan las larvas a las plantas no se haya producido.

Al graficar el efecto de *P. herrmanni*, sobre el número de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo, se observa que este sigue un patrón similar, independientemente de la presencia de larvas.



**FIGURA 23** Efecto de *P. herrmanni*, sobre el número de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.

Como se puede observar en la Figura 23, existe una clara disminución en el número de plantas en el suelo arenoso, con respecto a los demás sustratos, esto último indicaría que en condiciones extremas de suelo la presencia de plantas se ve claramente afectada por el tipo de suelo.

**CUADRO 17 Efecto del tipo de suelo sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

	Suelo		
	Trumao (14,2% MO)	Vega (4,8% MO)	Arena (0,1% MO)
Semanas post siembra	T1	T2	T3
3	5,18 b	4,03 a	5,13 b
4	6,88 b	5,70 a	7,06 b
5	9,90 b	8,36 a	9,61 ab
6	12,41 b	10,35 a	11,60 ab
7	16,08 b	13,67 a	13,93 a
8	19,20 b	17,04 ab	16,27 a
9	23,16 b	20,45 ab	19,48 a
10	25,10 b	22,03 ab	20,85 a
11	27,64 b	24,35 ab	22,57 a
12	29,16 b	25,45 a	23,33 a
13 (cosecha)	34,27 b	28,65 a	30,48 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas, entre el suelo de vega con respecto al de arena y al trumao en las dos primeras mediciones realizadas, donde el suelo de vega fue el que presentó la menor altura de sus plantas con respecto a los demás suelos. En la quinta y sexta semana post-siembra comenzó a existir un efecto intermedio entre la arena y los demás suelos, aunque la diferencia siguió existiendo entre el suelo de vega con respecto al trumao, que presentó las plantas de mayor altura.

En la quinta medición (séptima semana post-siembra), existió una clara diferencia entre el suelo trumao y los demás sustratos, que presentaban las plantas de menor altura, esto quedó demostrado en el análisis estadístico que marcó diferencias significativas entre los suelos antes mencionados. Las siguientes mediciones indicaron un efecto intermedio entre el suelo de vega con los demás suelos, pero esto cambia al acercarse la fecha de cosecha, pues las diferencias entre el suelo trumao y los demás sustratos fueron significativas, siendo el trumao el que presentó la mayor altura de sus plantas.

La explicación para los resultados aquí obtenidos, estarían en la mejor nutrición que presentarían las plantas en el suelo trumao, pues las plantas no se vieron sometidas a la toxicidad de aluminio que se dio en el suelo de vega (Anexo 27), ya que como se vio en las primeras mediciones que se realizaron, las plantas que estuvieron en este sustrato fueron las que menor altura presentaron; aunque en mediciones posteriores tendieron a recuperar su crecimiento, no lograron igualar a las plantas que se desarrollaron en el trumao. Esto mismo pudo acontecer en las plantas que se desarrollaron en arena, pues si bien en un principio crecieron al mismo ritmo que las plantas establecidas en el trumao, pasado cierto tiempo la tasa de crecimiento declinó, lo que se explicaría por la baja cantidad de nutrientes que este tipo de suelos presenta.

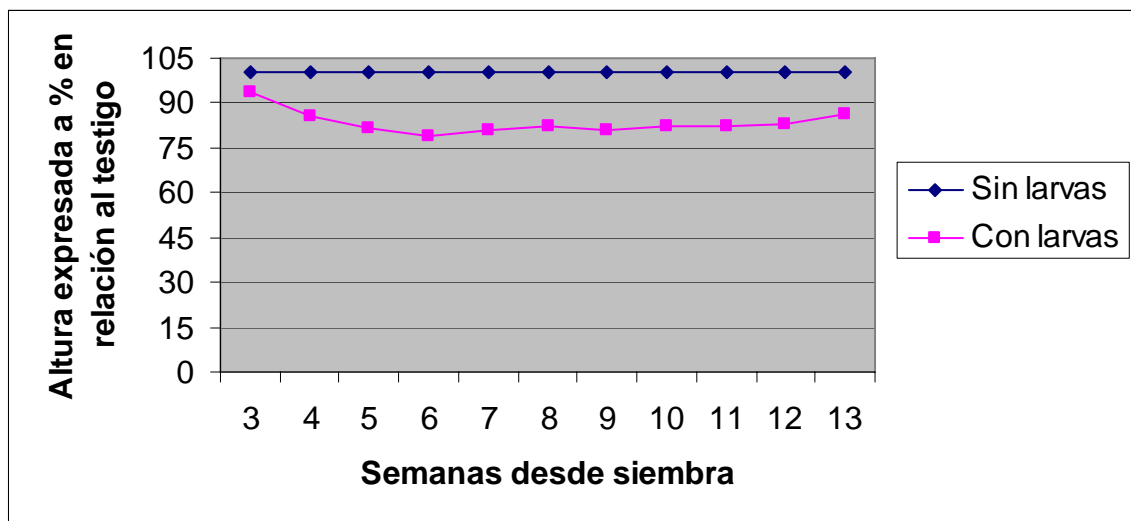
**CUADRO 18 Efecto de *Phytoloema herrmanni*, sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Semanas post-siembra	Larvas por maceta (Larvas por m <sup>2</sup> )	
	0 (0)	8 (100)
3	4,93 a	4,63 a
4	7,06 b	6,04 a
5	10,25 b	8,34 a
6	12,80 b	10,10 a
7	16,12 b	13,00 a
8	19,21 b	15,79 a
9	23,25 b	18,81 a
10	24,91 b	20,42 a
11	27,25 b	22,45 a
12	28,36 b	23,61 a
13 (cosecha)	33,37 b	28,89 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

En el Cuadro 18 se presentan los resultados del efecto larvas sobre la altura de las plantas; este análisis estadístico arrojó diferencias significativas a partir de la segunda medición (cuarta semana post-siembra), entre el testigo y un suelo con larvas, donde se puede ver que un suelo sin larvas presentó una mayor altura de sus plantas con respecto a un suelo infestado. Al relacionar los resultados obtenidos en este ensayo, con los del ensayo anterior, podemos ver que el efecto larvas se comenzó a manifestar mas temprano en este

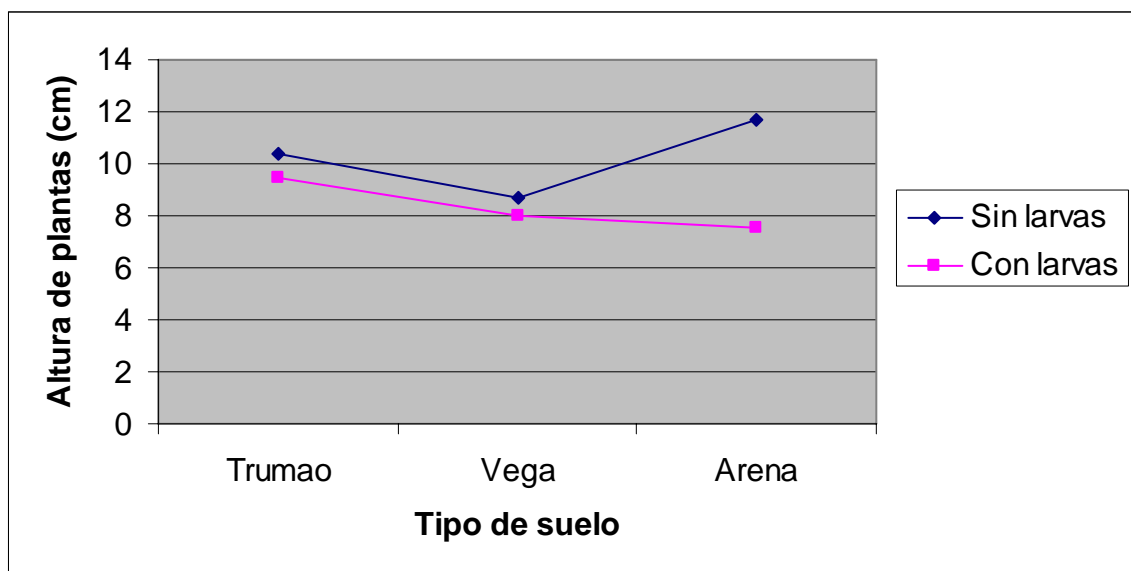
experimento por lo que se puede deducir que existe un efecto del suelo sobre el como afectan, las larvas la altura de las plantas (Figura 25).



**FIGURA 24 Efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Al igual que el experimento anterior, se puede apreciar el efecto de las larvas sobre la altura de las plantas, independiente del tipo de suelo en el que se encuentren, ejercen un retraso en el crecimiento de estas, las cuales luego tienden a recuperarse, tal como se aprecia en la Figura 24.

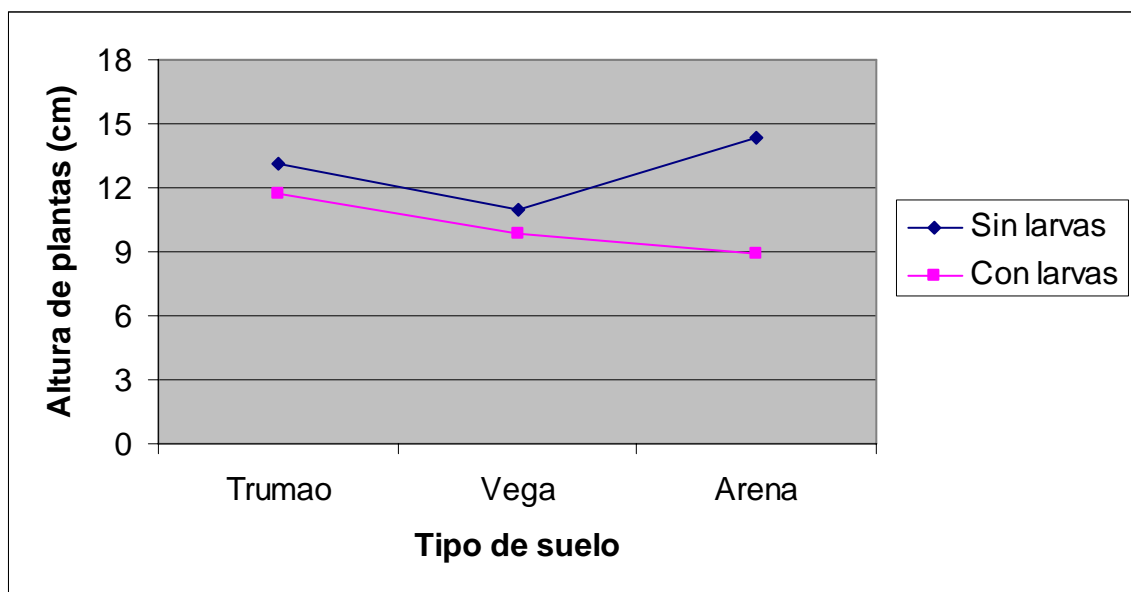
Al analizar el efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo, se determinó que existió interacción entre estos factores desde la quinta a décima semana post-siembra, lo que queda gráficamente demostrado en las figuras que a continuación se presentan.



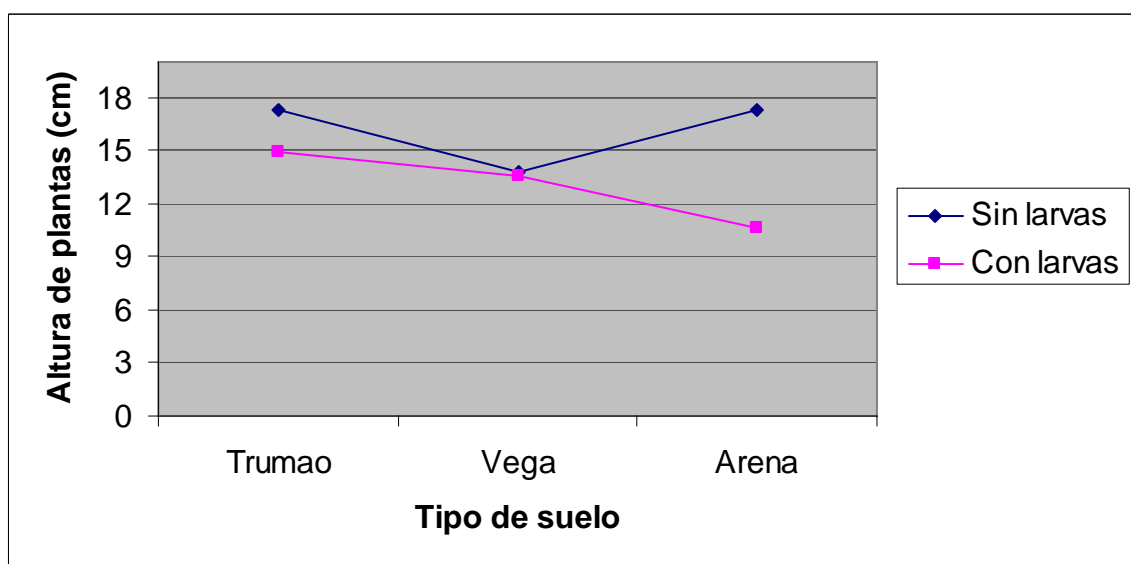
**FIGURA 25** Efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (quinta semana post-siembra).

En la Figura 25, es posible observar que el efecto detrimental de las larvas de escarabeidos, sobre las plantas de trigo ocurrió principalmente en el suelo tipo arena y fue aumentando a través del tiempo en el suelo trumao (ver Figuras 26 a 30).

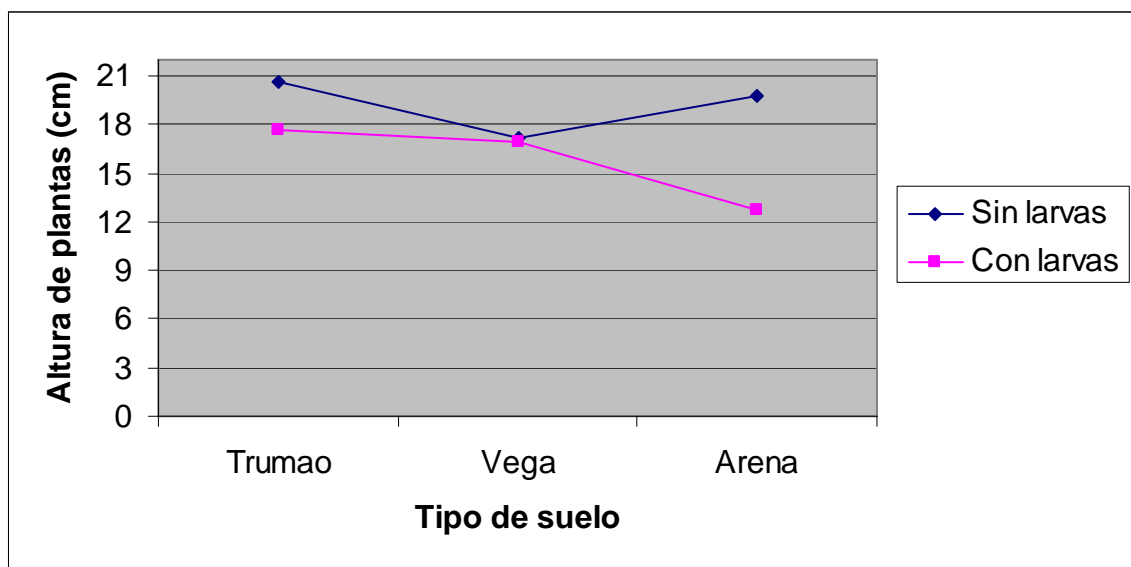




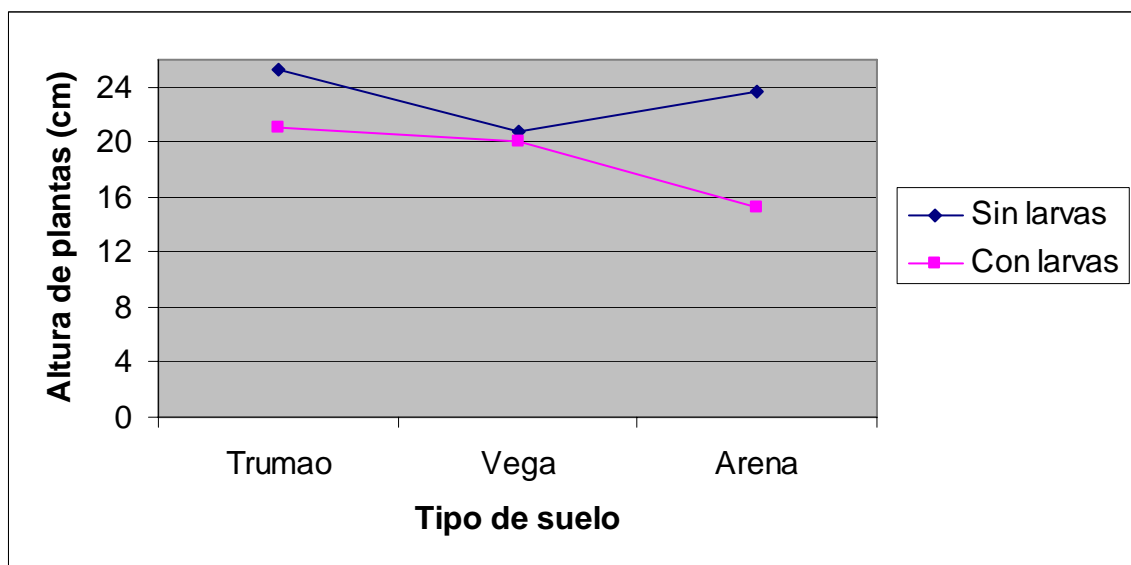
**FIGURA 26** Efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (sexta semana post-siembra).



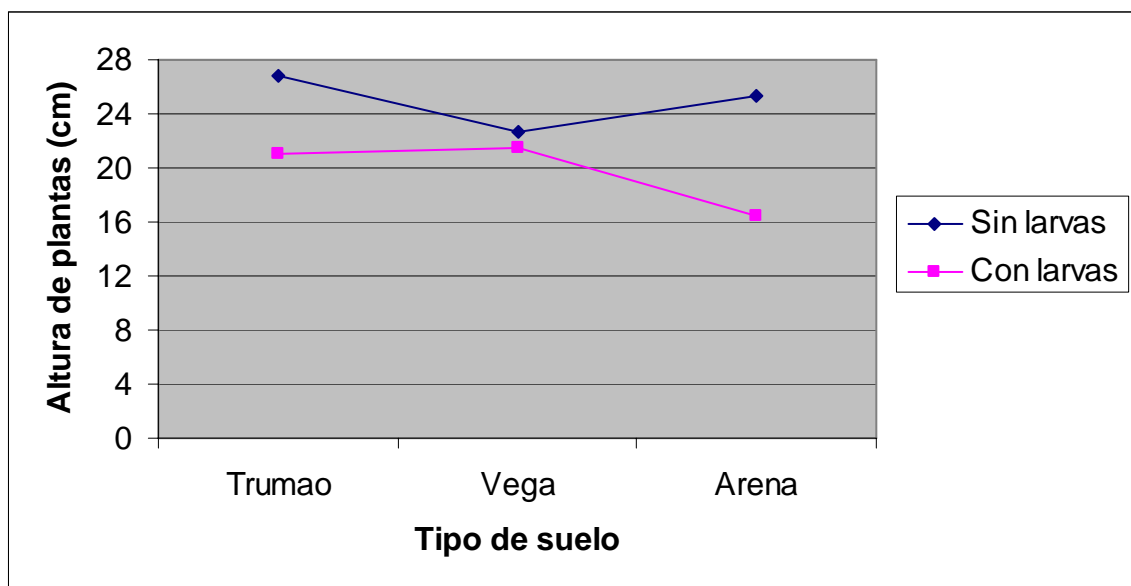
**FIGURA 27** Efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (séptima semana post-siembra).



**FIGURA 28** Efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (octava semana post-siembra).



**FIGURA 29** Efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (novena semana post-siembra).



**FIGURA 30** Efecto de *P. herrmanni*, sobre la altura de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo (décima semana post-siembra).

**CUADRO 19 Efecto del tipo de suelo sobre el número de hojas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

Semanas post-siembra	Suelo		
	Trumao (14,2% MO)	Vega (4,8% MO)	Arena (0,1% MO)
	T1	T2	T3
6	2,93 a	3,00 a	3,00 a
7	3,81 ab	3,93 b	3,62 a
8	4,00 a	4,06 a	4,06 a
9	4,93 a	5,00 a	5,00 a
10	4,93 a	5,00 a	5,00 a
11	5,93 a	6,00 a	6,00 a
12	6,81 a	7,00 a	6,87 a
13 (cosecha)	7,93 a	8,00 a	7,87 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

El análisis estadístico para el efecto del tipo de suelo sobre el número de hojas arrojó ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en la segunda medición realizada existieron diferencias significativas entre el suelo de vega y la arena, en el cual el suelo de vega tuvo un mayor número de hojas con respecto a la arena; el trumao tuvo un efecto intermedio con respecto a los demás suelos; al igual que el experimento anterior esta situación no se mantuvo en observaciones posteriores, por lo que puede ser producto de un error experimental.

**CUADRO 20 Efecto de *Phytoloema herrmanni*, sobre número de hojas de plantas de trigo del cultivar Kumpa.**

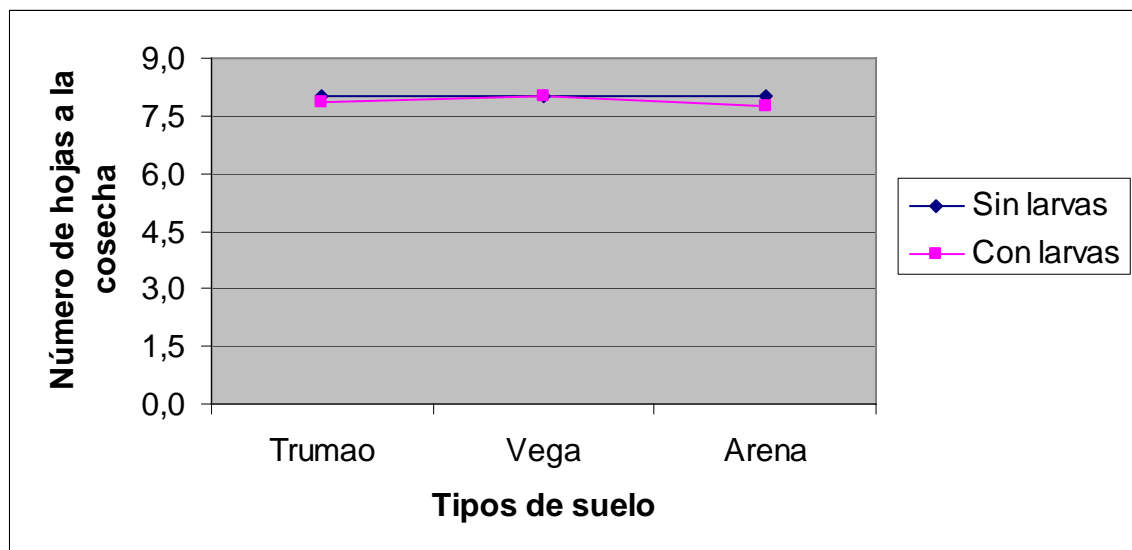
Semanas post-siembra	Larvas por maceta (Larvas por m <sup>2</sup> )	
	0 (0)	8 (100)
6	3,04 a	2,91 a
7	3,83 a	3,75 a
8	4,08 a	4,00 a
9	5,00 a	4,95 a
10	5,00 a	4,95 a
11	6,00 a	5,95 a
12	7,00 a	6,79 a
13 (cosecha)	8,00 a	7,87 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

En el Cuadro 20 se presentan los resultados del efecto que tiene *P. herrmanni* sobre el número de hojas, el cual indica que no existieron diferencias significativas entre el testigo y un suelo en presencia de larvas, estos resultados coinciden con los obtenidos en el experimento anterior lo que permite concluir que *P. herrmanni*, no afecta el número de hojas de esta especie independiente de los suelos en los que se desarrolló el experimento.

Con respecto al efecto de *P. herrmanni*, sobre el número de hojas de plantas de trigo, en diferentes tipos de suelo, se determinó que estadísticamente no existió interacción entre estos factores, lo que queda

gráficamente demostrado en la Figura 31, sin embargo, se observa que el efecto de las larvas fue levemente mayor en arena y nulo en vega.



**FIGURA 31** Efecto de *P. herrmanni*, sobre el número de hojas de plantas de trigo, en distintos tipos de suelo.

El mayor efecto de las larvas en el suelo tipo arena, podría tener relación con la fertilidad del suelo o con el mayor daño foliar experimentado por las plantas en este sustrato, lo que se vería acentuado por la presencia de larvas; estos aspectos permitirían explicar la pequeña diferencia que se presenta en los distintos tipos de suelo.

#### 4.4 Sobrevivencia larval en distintos tipos de suelo.

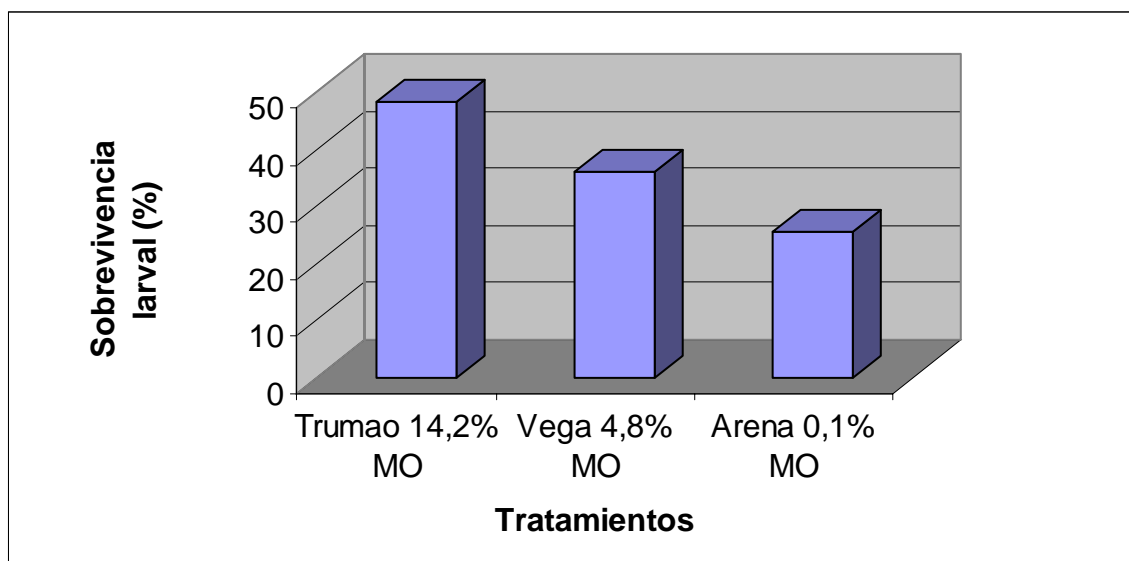
A continuación se presenta el efecto del tipo de suelo, sobre la sobrevivencia y peso de las larvas.

**CUADRO 21 Efecto del tipo de suelo, sobre la sobrevivencia y peso de larvas de *P. herrmanni*.**

Parámetros	Suelo		
	Trumao (14,2% MO)	Vega (4,8% MO)	Arena (0,1% MO)
	T1	T2	T3
Sobrevivencia larval (%)	48,43 b	35,93 a	25,56 a
Peso larval (g)	0,35 a	0,40 b	0,31 a

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticas significativas según Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

De acuerdo a los resultados del Cuadro 21, existen diferencias significativas entre los tratamientos, para sobrevivencia y peso larval (Figuras 32 y 33). El efecto que tienen los tipos de suelo sobre la sobrevivencia de las larvas indicó que el suelo trumao presentó diferencias significativas con respecto a los demás sustratos, pues presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia larval, no existiendo diferencias entre los suelos de vega y arena. La mayor sobrevivencia de las larvas en el suelo trumao puede estar relacionada con la textura que presentan los suelos, donde partículas más finas provocarían un menor roce con las larvas disminuyendo su mortalidad, ó con el contenido de materia orgánica del suelo.

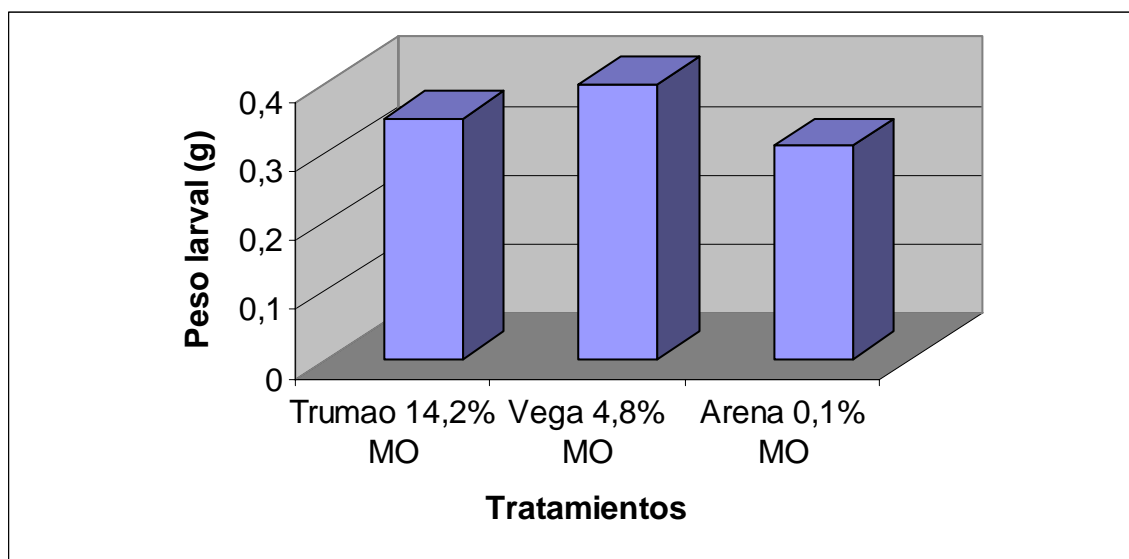


**FIGURA 32** Efecto del tipo de suelo, sobre la sobrevivencia larval de *P. herrmanni*.

El efecto de la textura del suelo ha sido señalado por BROWN y GANGE (1990), quienes mencionan a la estructura del suelo como una variable que determina la sobrevivencia de los insectos que se alimentan de las raíces; la sobrevivencia es alta en suelos de textura fina, pero disminuye considerablemente al aumentar el tamaño de las partículas del suelo. Estos autores también indican que en suelos de textura fina se produce una mayor retención de agua lo que reduce el riesgo de que se produzca una desecación de las larvas.

Turpin y Peters (1971), citados por BROWN y GANGE (1990), indican que las partículas de arena al ser de mayor tamaño, causan un efecto abrasivo en las larvas lo que reduce su sobrevivencia.





**FIGURA 33** Efecto del tipo de suelo, sobre el peso de larvas de *P. herrmanni*.

Respecto al peso larval el suelo de vega presentó diferencias significativas en relación a los demás suelos, pues presentó el mayor peso de sus larvas. Entre los suelos trumao y arena no existieron diferencias estadísticas en relación a este parámetro. De acuerdo a estos resultados, la importancia del tipo o la calidad de la materia orgánica en cuanto a la nutrición que aportarían a las larvas se hace relevante, pues como se puede apreciar el suelo de vega posee menor contenido de materia orgánica que el suelo trumao pero su calidad nutritiva pudo ser superior, lo que benefició el peso de las larvas.

La ausencia de diferencias entre el suelo trumao y la arena, podría estar relacionada a la mayor herbivoría que presentarían las larvas sobre las plantas en el sustrato arenoso lo que compensaría la ganancia de peso experimentada por *P. herrmanni* en el suelo trumao.

## 5 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizaron los diferentes ensayos, se puede concluir lo siguiente.

Se rechaza la hipótesis, ya que la herbivoría de *P. herrmanni* fue independiente del contenido de materia orgánica del suelo.

La herbivoría causada por larvas de tercer estadio de *P. herrmanni* sobre plantas de trigo en distintos tipos de suelo, fue mayor en el suelo arenoso, para las características materia seca radical y altura de plantas.

El nivel de herbivoría de las larvas de tercer estadio de *P. herrmanni* fue mayor en un suelo alto en materia orgánica, para el parámetro longitud radical. Para la característica altura de plantas a la cosecha se observó una mayor herbivoría en un suelo bajo en materia orgánica.

El principal daño que causan estas larvas (desaparición de plantas) no se manifestó en ninguno de los ensayos, lo que podría estar relacionado con la densidad utilizada.

El porcentaje de sobrevivencia y peso larval fue mayor en un suelo alto en materia orgánica.

Existió un efecto del tipo de suelo en la sobrevivencia y peso larval, pues el porcentaje de sobrevivencia fue superior en el suelo trumao y el peso larval fue mayor en el suelo tipo vega.

## 6 RESUMEN

Durante el año 2004, en la Universidad Austral de Chile, se realizó una investigación para establecer el efecto de la materia orgánica del suelo y del tipo de suelo, sobre el daño causado por larvas de tercer estadio de *P. herrmanni*, en plantas de trigo (*T. aestivum*, cv Kumpa). Estos experimentos fueron realizados bajo condiciones de invernadero.

Para determinar el efecto de *P. herrmanni*, se realizaron dos ensayos. En el primer ensayo se utilizó un suelo trumao sacado a dos profundidades, 2-10 cm, con un contenido de 14,2% de materia orgánica y de 30-40 cm, con un contenido de 3,2% de materia orgánica. Como resultado de este experimento se obtuvo que al variar el contenido de materia orgánica del suelo, el daño causado por *P. herrmanni* a las plantas de trigo no es del todo claro, pues ciertas características de las plantas se vieron más afectadas en un suelo alto en materia orgánica tales como la longitud radical, y otras como la altura de plantas se vieron más afectadas en un suelo bajo en materia orgánica. También en este ensayo se evaluó el efecto del contenido de materia orgánica del suelo sobre la sobrevivencia y peso de las larvas, obteniendo como resultado un mayor porcentaje de sobrevivencia y peso larval en un suelo alto en materia orgánica.

En el segundo ensayo se utilizaron tres tipos de suelo, un suelo trumao con 14,2% de materia orgánica, un suelo aluvial (Vega) con 4,8% de materia orgánica y arena con 0,1% de materia orgánica. En este experimento se obtuvo como resultado que la materia seca radical y altura de plantas se vieron más afectadas por las larvas en el suelo arenoso. El efecto del tipo de suelo, sobre la sobrevivencia y peso larval determinó que el suelo trumao presentó un mayor

porcentaje de sobrevivencia y que el peso de las larvas fue superior en el suelo tipo vega.

## SUMMARY

During the year 2004, at the Universidad Austral de Chile, was carried out a study to establish the effect of the soil organic matter and soil type on the damage caused by third instar larvae of the *P. herrmanni*, in plants of wheat (*T. aestivum*, cv Kumpa). These experiments were done under glasshouse conditions.

To determine the effect of *P. herrmanni* were realized two experiments. In the first test, were utilized a soil trumao extracted on two depths, 2-10 cm., with a content of 14.2% of organic matter, and 30-40 cm., of depth with a 3.2% of organic matter content. The result of this experiment was, that the damage caused by *P. herrmanni* to the plants of wheat, was in some extent independent of the organic matter of the soil, because someone characteristics of the plants were more affected in a soil with high content of organic matter such as root length, and others as height of the plants were more affected in a soil with low content of organic matter. Also in this test, was evaluated the effect of the organic matter content of the soil on survivorship and weight larval, being higher in the soil with higher content of organic matter.

In the second test, were utilized out three type of soil, trumao with 14.2% of organic matter, aluvial soil (Vega) with 4.8% of organic matter and sand with 0.1% of organic matter. In this experiment, the result was that dry root weight and plant height, were more affected by larvae in the sand soil. The effect of soil type, on larva survivorship and weight larvae showed that soil trumao presented higher values of survivorship, and that weight of larva was higher in the vega soil type.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, S. 2000. Importancia de la protección de la materia orgánica en suelos. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. Bol. N° 14. pp: 77-85.
- AGUILERA, A; CISTERNAS, E; GERDING, M. y NORAMBUENA, H. 1996. Plagas de las praderas. In: Ruiz, I. (ed.). Praderas para Chile. Santiago, Chile. Offset. pp: 309-339.
- ARTIGAS, J. 1994. Entomología económica, insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario. Universidad de Concepción (ed). Concepción, Chile. 1126p.
- BARZEGAR, A; MOSSAVI, M; ASOODAR, M. y HERBERT, S. 2004. Root Mass Distribution of Winter Wheat as Influenced by Different Tillage Systems in semi Arid Region. Journal of Agronomy (USA) 3(3): 223-228.
- BAVER, L. 1973. Física de suelos. Centro regional de ayuda técnica. Agencia para el desarrollo internacional (A.I.D). México. 529 p.
- BORROR, D; TRIPLEHORN, C. y JOHNSON, N. 1989. An Introduction to the Study of Insects. 6 th. ed. United States of America. Saunders College. 875p.
- BROWN, V. y GANGE, A. 1990. Insect herbivory below ground. Advances in Ecological Research (USA) 20: 1-57.

- CABEZAS, M. 1984. Estudio morfoecológico del tiuque *Milvago chimango* Vieillot, 1816 (Aves, Falconidae) en Valdivia. Tesis Magíster en Ciencias. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias. 116p.
- CARRILLO, R. 1986. Plagas en praderas. In: Producción de forrajes. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. pp: 76-94.
- CARRILLO, R. 1987. Plagas insectiles en trigo y su control. In: Carrillo, R (ed.). Aspectos tecnológicos y económicos en la producción de trigo. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. pp: 85-121.
- CISTERNAS, E. 1986. Descripción de los estados preimaginales de escarabeidos en praderas antropogénicas de la zona sur de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 119p.
- CISTERNAS, E. y CARRILLO, R. 2001. Pololo café de las praderas. Informativo Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile) (24): 1-2.
- CORONADO, P. y MARQUEZ, D. 1972. Introducción a la entomología. México. Limusa. 282p.
- DAVIDSON, R. 1969. Influence of soil moisture and organic matter on scarab damage to grasses and clover. *Journal of Applied Ecology* (Inglaterra) 6: 237-246.
- DIAZ, M.; PARODI, P. y NEBREDA, I. 1977. Largo de coleóptilo, porcentaje de emergencia e índice de emergencia en trigo (*Triticum aestivum* L. y *T. durum* Desf.) y Triticale (*X Triticosecale* W.) bajo niveles variables de

profundidad de siembra y temperatura. *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)* 4 (1): 15-20.

DURAN, L. 1954. La biología del *Phytoloema herrmanni* Germ. y mención de otros escarabeidos perjudiciales a la agricultura en las provincias australes de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural (Chile)* 54 (1): 5-20.

DURAN, L. 1976. Problemas de la Entomología Agrícola en Chile Austral. *Agro Sur (Chile)* 4 (2): 119-127.

DURAN, M. 2002. Determinación del daño causado por larvas de *H. elegans* en trigo *Triticum aestivum* L. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 77p.

ETCHEVERRY, M. y HERRERA, J. 1972. Curso teórico-práctico de entomología. Santiago, Chile. Universitaria. 385p.

FRESARD, M. 1992. Aspectos biológicos de *H. elegans* (Burm.) y fitofagia de larvas de dos especies de escarabeidos en plantas de trigo. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 145p.

GALLARDO, B. 1993. Control cultural, químico y susceptibilidad de cuatro especies pratenses a *Phytoloema herrmanni* Germ. (Coleoptera: Scarabaeidae). Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 111p.

GANTZ, A. 1985. Aspectos bioecológicos preliminares de la bandurria (*Theristicus caudatus melanopis* Gmelin, 1789) en praderas antrópicas



alrededor de Río Bueno, provincia de Valdivia. Seminario de investigación, Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile. 31p.

GONZALEZ, R. 1989. Insectos y Ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Santiago, Chile. Ograma. 310p.

HUDSON, T. y DALE, K. 1971. Propagación de plantas. México. Continental. 810p.

JAMES, O. W. 1967. Introducción a la fisiología vegetal. España. Omega. 328p.

KAIN, W. y ATKINSON, D. 1977. Development of resistant pasture and methods of pasture management for grass grub (*Costelytra zealandica* (White)) control. New Zealand Journal of Agricultural Research 20: 507-517.

KLOTS, A. y KLOTS, E. 1960. Los insectos. Traducido por Huguet Virgili, R. Barcelona, España. Seix Barral. 337p.

LITTLE, T. y HILLS, J. 1990. Métodos estadísticos para la investigación en la Agricultura. México. Trillas. 270 p.

MACMASTER, G; WILHELM, W; PALIC, D; PORTER, J. y JAMIESON, P. 2003. Spring Wheat Leaf Appearance and Temperature: Extending the Paradigm?. Annals of Botany (USA) 91: 697-705.

MAELZER, D. 1961. The effects of temperature and moisture on the immature stages of *Aphodius tasmaniae* Hope (Scarabaeidae) in the Lower South-East of south Australia. Australian Journal of Zoology 9: 173-202.

- NADVORNIJ, V. 1983. Vertical migrations and life activity of the soil mesofauna in the central part of the Ukrainian forest steppe. *Pedobiología (Alemania)* 25: 49-64.
- OLALQUIAGA, G. y CORTES, R. 1952. Insectos que afectan el cultivo del trigo en Chile. *Simiente (Chile)* 22: 101-111.
- PEZOA, S. 1996. Relaciones entre el establecimiento de especies pratenses y distintas densidades larvales de *H. elegans* (Burm.) y *Phytoloema hermanni* Germ. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 114p.
- PRESTIDGE, R.; VAN DER ZIJPP, S. y BADAN, D. 1985. Effects of plant species and fertilisers on grass grub larvae, *Costelytra zealandica*. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 28: 409-417.
- RADCLIFFE, J. 1971. Effects of grass grub (*Costelytra zaelandica* (White)) larvae on pasture plants. I Effects of grass grub and nutrients on perennial ryegrass. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 14: 596-606.
- RAWSON, H. y GOMEZ, H. 2001. Trigo regado, manejo del cultivo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 106p.
- RICHARDS, O. y DAVIES, R. 1984. Tratado de entomología. Barcelona, España. Omega. V.2. 998p.

- RIDSDILL-SMITH, T. 1975. Selection of living grass roots in the soil by larvae of *Sericesthis nigrolineata* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* (Holanda) 18: 75-86.
- RIDSDILL-SMITH, T. 1977. Effects of root-feeding by scarabaeid larvae on growth of perennial ryegrass plants. *Journal of Applied Ecology* (Inglaterra) 14: 73-80.
- RIDSDILL-SMITH, T.; PORTER, M. y FURNIVAL, A. 1975. Effects of temperature and developmental stage on feeding by larvae of *Sericesthis nigrolineata* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* (Holanda) 18: 244-254.
- RIDSDILL-SMITH, T. y ROBERTS, R. 1976. Insect density effects in root feeding by larvae of *Sericesthis nigrolineata* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Applied Ecology* (Inglaterra) 13: 423-428.
- RITCHER, P. 1958. Biology of Scarabaeidae. *Annual Review of Entomology* (USA) 3: 311-334.
- RITCHER, P. 1966. White Grubs and their allies. A Study of North American Scarabaeoid Larvae. Corvallis, Oregon. University Press. 219p.
- RIVERA, M. 1904. Biología de dos especies de coleópteros chilenos cuyas larvas atacan al trigo. *Revista Chilena de Historia Natural* (Chile) 8: 241-254.
- ROJAS, E. 1994. Estudio de las relaciones entre distintas densidades larvales de escarabeidos y diferentes especies pratenses. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 135p.

- ROTHMANN, S. 1994. Evaluación de competencia entre larvas de dos escarabeidos nativos. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 64p.
- SLAFER, G; CALDERINI, D; MIRALLES, D y SAVIN, R. (2001). Informe Especial. Guía de manejo de trigo. Revista Super Campo (Argentina) 81: 67-98.
- TRUMBLE, J.; KOLODNY-HIRSCH, D. y TING, I. 1993. Plant compensation for arthropod herbivory. Annual Review of Entomology (USA) 38: 93-119.
- VAN DER PUTTEN, W. 2003. Plant defense belowground and spatiotemporal processes in natural vegetation. Ecology (USA) 84 (9): 2269-2280.
- VASQUEZ, J. 1977. Antagonistas de larvas de Scarabaeidae presentes en las praderas de la provincia de Valdivia. Tesis Ing. Agr. Valdivia. Universidad austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 50p.
- VILLANI, M. y WRIGHT, R. 1990. Environmental influences soil Macroarthropod behavior in agricultural systems. Annual Review of Entomology (USA) 35: 249-269.
- WEDDERBURN, M.; TUCKER, M. y PENGELLY, W. 1990. Responses of a New Zealand North Island hill perennial ryegrass collection to nitrogen, moisture stress, and grass grub (*Costelytra zealandica*) infestation. New Zealand Journal of Agricultural Research 33: 405-411.
- ZAGAL, E; RODRIGUEZ, N; VIDAL, I. y FLORES, B. 2002. La fracción liviana de la materia orgánica de un suelo volcánico bajo distinto manejo

agronómico como índice de cambios de la materia orgánica lábil.  
Agricultura Técnica (Chile) 62 (2): 284-296.

**ANEXOS**

**ANEXO 1 Análisis de varianza para el efecto de *P. herrmanni* y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la materia seca radical de plantas de trigo.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	18,77	7	2,68	0,75	0,6345
B: M. orgánica	1,11	1	1,11	0,31	0,5829
C: Larvas	0,16	1	0,16	0,04	0,8370
<b>Interacción</b>					
BC	0,05	1	0,05	0,01	0,9067
<b>Residual</b>	75,18	21	3,58		
<b>Total</b>	95,27	31			

**Coeficiente de variación: 30,37%.**

**ANEXO 2 Análisis de varianza para el efecto de *P. herrmanni* y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la materia seca foliar de plantas de trigo.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	12,49	7	1,78	0,64	0,7170
B: M. orgánica	0,14	1	0,14	0,05	0,8219
C: Larvas	15,30	1	15,30	5,50	0,0289
<b>Interacción</b>					
BC	0,079	1	0,079	0,03	0,8678
<b>Residual</b>	58,42	21	2,78		
<b>Total</b>	86,44	31			

**Coefficiente de variación: 19,38%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

Densidad	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	16	9,17	X
2	16	7,78687	X

Diferencia entre densidad	Diferencia
1-2	*1,38313

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.



**ANEXO 3 Análisis de varianza para el efecto de *P. herrmanni* y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la materia seca total de plantas de trigo.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	46,39	7	6,91	0,65	0,7101
B: M. orgánica	0,46	1	0,46	0,04	0,8379
C: Larvas	18,54	1	18,54	1,74	0,2007
<b>Interacción</b>					
BC	0,0032	1	0,0032	0,00	0,9863
<b>Residual</b>	223,174	21	10,63		
<b>Total</b>	290,57	31			

**Coeficiente de variación: 22,56%.**

**ANEXO 4** Análisis de varianza para el efecto de *P. herrmanni* y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	212,02	7	30,29	1,23	0,3326
B: M. orgánica	258,78	1	258,78	10,47	0,0040
C: Larvas	0,0013	1	0,0013	0,00	0,9944
<b>Interacción</b>					
BC	45,125	1	45,125	1,83	0,1909
<b>Residual</b>	518,832	21	24,71		
<b>Total</b>	1034,75	31			

**Coefficiente de variación:** 18,97%.

Prueba de Duncan (P<5%) para materia orgánica.

% MO	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	16	27,1188	X
2	16	32,8062	X

Diferencia entre densidad	Diferencia
1-2	*-5,6875

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 5 Análisis de varianza para el efecto de *P. herrmanni* y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre el número de macollos de plantas de trigo.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	3,875	7	0,55357	1,39	0,2617
B: M. orgánica	0,5	1	0,5	1,25	0,2755
C: Larvas	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
<b>Interacción</b>					
BC	0,125	1	0,125	0,31	0,5815
<b>Residual</b>	<b>8,375</b>	<b>21</b>	<b>0,39881</b>		
<b>Total</b>	<b>12,875</b>	<b>31</b>			

**Coeficiente de variación: 19,89%.**

**ANEXO 6 Análisis de varianza para el efecto de *P. herrmanni* y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre el número de plantas de trigo.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	28,968	7	4,138	1,00	0,4604
B: M. orgánica	1,5312	1	1,5312	0,37	0,5501
C: Larvas	2,5312	1	2,5312	0,61	0,4435
<b>Interacción</b>					
BC	1,5312	1	1,5312	0,37	0,5501
<b>Residual</b>	87,1562	21	4,1503		
<b>Total</b>	121,719	31			

**Coeficiente de variación: 6,82%.**

**ANEXO 7 Análisis de varianza para el efecto de *P. herrmanni* y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre la altura de plantas de trigo.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	19,8297	7	2,8328	1,43	0,2445
B: M. orgánica	18,1503	1	18,1503	9,18	0,0064
C: Larvas	75,3378	1	75,3378	38,12	0,0000
<b>Interacción</b>					
BC	10,4653	1	10,4653	5,30	0,0317
<b>Residual</b>	41,5041	21	1,97638		
<b>Total</b>	165,287	31			

**Coefficiente de variación: 6,41%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

Densidad	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	16	36,9438	X
2	16	33,875	X

Diferencia entre densidad	Diferencia
1-2	*3,06875

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 8 Análisis de varianza para el efecto de *P. herrmanni* y de un suelo trumao con distinto contenido de materia orgánica, sobre el número de hojas de plantas de trigo.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	0,21875	7	0,03125	1,00	0,4586
B: M. orgánica	0,03125	1	0,03125	1,00	0,3287
C: Larvas	0,03125	1	0,03125	1,00	0,3287
<b>Interacción</b>					
BC	0,03125	1	0,03125	1,00	0,3287
<b>Residual</b>	0,65625	21	0,03125		
<b>Total</b>	0,96875	31			

**Coeficiente de variación: 2,18%.**

**ANEXO 9 Análisis de varianza para el efecto de la materia orgánica del suelo, sobre la sobrevivencia de larvas de *P. herrmanni*.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
Tratamientos	44,125	3	14,7083	26,15	0,0000
Error	15,75	28	0,5625		
Total	59,875	31			

Prueba de Duncan (P<5%).

<b>Tratamiento</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	8	35,9375	X
2	8	10,9375	X

<b>Diferencia entre densidad</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	*25,0

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 10 Análisis de varianza para el efecto de la materia orgánica del suelo, sobre el peso de larvas de *P. herrmanni*.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
Tratamientos	0,768134	3	0,256045	31,27	0,0000
Error	0,229238	28	0,008187		
Total	0,997372	31			

Continuación Anexo 10

Prueba de Duncan (P<5%).

Tratamiento	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	8	0,36875	X
2	8	0,2075	X

Diferencia entre densidad	Diferencia
1-2	*0,16125

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 11 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la materia seca radical de plantas de trigo.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	70,1565	7	10,0224	0,78	0,6115
B: Suelo	220,773	2	110,386	8,55	0,0010
C: Larvas	58,3884	1	58,3884	4,52	0,0406
<b>Interacción</b>					
BC	78,7756	2	39,3878	3,05	0,0602
<b>Residual</b>	452,123	35	12,9178		
<b>Total</b>	880,217	47			

**Coefficiente de variación: 37,96%.**



## Continuación Anexo 11

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

Suelo	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	16	2,50813	X
2	16	2,61875	X
3	16	7,11187	X

Diferencia entre suelos	Diferencia
1-2	-0,110625
1-3	*-4,60375
2-3	*-4,49312

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

Densidad	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	24	5,1825	X
2	24	2,97667	X

Diferencia entre densidad	Diferencia
1-2	*2,20583

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 12 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la materia seca foliar de plantas de trigo.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	23,2234	7	3,31763	1,29	0,2842
B: Suelo	22,5645	2	11,2822	4,38	0,0200
C: Larvas	14,0509	1	14,0509	5,46	0,0253
<b>Interacción</b>					
BC	4,4197	2	2,20985	0,86	0,4324
<b>Residual</b>	90,0627	35	2,57322		
<b>Total</b>	154,321	47			

**Coefficiente de variación: 30,81%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

Suelo	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	16	5,2125	X
2	16	4,43125	XX
3	16	3,53437	X

## Continuación Anexo 12

Diferencia entre suelos	Diferencia
1-2	0,78125
1-3	*1,67812
2-3	0,896875

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

Densidad	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	24	4,93375	X
2	24	3,85167	X

Diferencia entre densidad	Diferencia
1-2	*1,08208

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 13 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la materia seca total de plantas de trigo.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	131,47	7	18,7815	0,81	0,5834
B: Suelo	117,024	2	58,5121	2,53	0,0941
C: Larvas	129,725	1	129,725	5,61	0,0235
<b>Interacción</b>					
BC	95,4645	2	47,7322	2,06	0,1421
<b>Residual</b>	809,494	35	23,1284		
<b>Total</b>	1283,18	47			

**Coefficiente de variación: 35,03%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

<b>Densidad</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	24	10,1162	X
2	24	6,82833	X

<b>Diferencia entre densidad</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	*3,28792

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 14 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la longitud de la raíz de plantas de trigo.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	229,923	7	32,8462	1,61	0,1656
B: Suelo	3444,2	2	1722,1	84,31	0,0000
C: Larvas	245,707	1	245,707	12,03	0,0014
<b>Interacción</b>					
BC	95,615	2	47,8075	2,34	0,1112
<b>Residual</b>	714,889	35	20,4254		
<b>Total</b>	4730,34	47			

**Coefficiente de variación: 34,37%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

<b>Suelo</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	16	23,9875	X
2	16	9,9875	X
3	16	30,25	X

Continuación Anexo 14.

Diferencia entre suelos	Diferencia
1-2	*14,0
1-3	*-6,2625
2-3	*-20,2625

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 15 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre el número de macollos de plantas de trigo.**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	2,3125	7	0,330357	0,49	0,8385
B: Suelo	1,29167	2	0,645833	0,95	0,3968
C: Larvas	1,02083	1	1,02083	1,50	0,2288
<b>Interacción</b>					
BC	0,0416667	2	0,0208333	0,03	0,9699
<b>Residual</b>	23,8125	35	0,680357		
<b>Total</b>	28,4792	47			

**Coeficiente de variación: 27,55%.**

**ANEXO 16 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre el número de plantas de trigo.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	196,479	7	28,0685	0,98	0,4641
B: Suelo	1174,29	2	587,146	20,41	0,0000
C: Larvas	0,020833	1	0,020833	0,00	0,9787
<b>Interacción</b>					
BC	4,29167	2	2,14583	0,07	0,9283
<b>Residual</b>	1006,9	35	28,7685		
<b>Total</b>	2381,98	47			

**Coefficiente de variación: 25,82%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

<b>Suelo</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	16	26,75	X
2	16	25,9375	X
3	16	15,875	X

Continuación Anexo 16.

Diferencia entre suelos	Diferencia
1-2	*14,0
1-3	*-6,2625
2-3	*-20,2625

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 17** Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (quinta semana post-siembra).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	25,6881	7	3,66973	1,94	0,0919
B: Suelo	21,3817	2	10,6908	5,66	0,0074
C: Larvas	43,8919	1	43,8919	23,24	0,0000
<b>Interacción</b>					
BC	31,205	2	15,6025	8,26	0,0012
<b>Residual</b>	66,1031	35	1,88866		
<b>Total</b>	188,27	47			

**Coefficiente de variación:** 21,38%.



Continuación Anexo 17.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

Suelo	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	16	9,90625	X
2	16	8,36875	X
3	16	9,61875	XX

Diferencia entre suelos	Diferencia
1-2	*1,5375
1-3	0,2875
2-3	-1,25

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

Densidad	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	24	10,2542	X
2	24	8,34167	X

Diferencia entre densidad	Diferencia
1-2	*1,9125

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 18** Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (sexta semana post-siembra).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	34,9733	7	4,99619	1,55	0,1836
B: Suelo	34,7629	2	17,3815	5,39	0,0091
C: Larvas	87,48	1	87,48	27,11	0,0000
<b>Interacción</b>					
BC	46,8162	2	23,4081	7,26	0,0023
<b>Residual</b>	112,924	35	3,2264		
<b>Total</b>	316,957	47			

**Coeficiente de variación:** 22,26%.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

Suelo	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	16	12,4187	X
2	16	10,35	X
3	16	11,6063	XX

Continuación Anexo 18.

<b>Diferencia entre suelos</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	*2,06875
1-3	0,8125
2-3	-1,25625

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

<b>Densidad</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	24	12,8083	X
2	24	10,1083	X

<b>Diferencia entre densidad</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	*2,7

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 19 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (séptima semana post-siembra).**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	93,4748	7	13,3535	2,12	0,0669
B: Suelo	55,7579	2	27,879	4,43	0,0193
C: Larvas	116,875	1	116,875	18,57	0,0001
<b>Interacción</b>					
BC	83,6554	2	41,8277	6,65	0,0036
<b>Residual</b>	220,266	35	6,29333		
<b>Total</b>	570,03	47			

**Coeficiente de variación: 23,66%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

<b>Suelo</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	16	16,0813	X
2	16	13,675	X
3	16	13,9375	X

Continuación Anexo 19.

<b>Diferencia entre suelos</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	*2,40625
1-3	*2,14375
2-3	-0,2625

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

<b>Densidad</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	24	16,125	X
2	24	13,0042	X

<b>Diferencia entre densidad</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	*3,12083

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 20 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (octava semana post-siembra).**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	122,603	7	17,5147	1,97	0,0877
B: Suelo	73,5788	2	36,7894	4,14	0,0244
C: Larvas	140,425	1	140,425	15,79	0,0003
<b>Interacción</b>					
BC	96,2054	2	48,1027	5,41	0,0090
<b>Residual</b>	311,196	35	8,8913		
<b>Total</b>	744,008	47			

**Coeficiente de variación: 22,48%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

<b>Suelo</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	16	19,2	X
2	16	17,0437	XX
3	16	16,275	X

Continuación Anexo 20.

<b>Diferencia entre suelos</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	2,15625
1-3	*2,925
2-3	0,76875

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

<b>Densidad</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	24	19,2167	X
2	24	15,7958	X

<b>Diferencia entre densidad</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	*3,42083

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 21 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (novena semana post-siembra).**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	135,81	7	19,4014	1,70	0,1404
B: Suelo	116,212	2	58,1058	5,10	0,0114
C: Larvas	235,853	1	235,853	20,70	0,0001
<b>Interacción</b>					
BC	122,347	2	61,1733	5,37	0,0093
<b>Residual</b>	398,765	35	11,3933		
<b>Total</b>	1008,99	47			

**Coeficiente de variación: 21,79%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

Suelo	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	16	23,1625	X
2	16	20,45	XX
3	16	19,4875	X



Continuación Anexo 21.

Diferencia entre suelos	Diferencia
1-2	2,7125
1-3	*3,675
2-3	0,9625

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

Densidad	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	24	23,25	X
2	24	18,8167	X

Diferencia entre densidad	Diferencia
1-2	*4,4333

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 22 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre la altura de plantas de trigo (décima semana post-siembra).**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	131,527	7	18,7895	1,54	0,1879
B: Suelo	154,0	2	77,0002	6,29	0,0046
C: Larvas	242,101	1	242,101	19,78	0,0001
<b>Interacción</b>					
BC	129,39	2	64,6952	5,29	0,0099
<b>Residual</b>	428,388	35	12,2397		
<b>Total</b>	1085,41	47			

**Coeficiente de variación: 20,92%.**

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto suelo.

<b>Suelo</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	16	25,1062	X
2	16	22,0375	XX
3	16	20,8562	X

Continuación Anexo 22.

Diferencia entre suelos	Diferencia
1-2	3,06875
1-3	*4,25
2-3	1,18125

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

Prueba de Duncan (P<5%) para efecto larvas.

Densidad	Número	Promedio	Grupo homogéneo
1	24	24,9125	X
2	24	20,4208	X

Diferencia entre densidad	Diferencia
1-2	*4,49167

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 23 Análisis de varianza del efecto de *P. herrmanni* y del tipo de suelo, sobre el número de hojas de plantas de trigo.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Efectos principales</b>					
A: Bloque	0,3125	7	0,0446429	0,76	0,6259
B: Suelo	0,125	2	0,0625	1,06	0,3571
C: Larvas	0,1875	1	0,1875	3,18	0,0831
<b>Interacción</b>					
BC	0,125	2	0,0625	1,06	0,3571
<b>Residual</b>	2,0625	35	0,0589286		
<b>Total</b>	2,8125	47			

**Coefficiente de variación: 3,04%.**

**ANEXO 24 Análisis de varianza para el efecto del tipo de suelo, sobre la sobrevivencia de larvas de *P. herrmanni*.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
Tratamientos	117,354	5	23,4708	24,27	0,0000
Error	40,625	42	0,967262		
Total	157,979	47			

Prueba de Duncan (P<5%).

<b>Tratamiento</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	8	48,4375	X
2	8	35,9375	X
3	8	26,5625	X

<b>Diferencia entre densidad</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	*12,5
1-3	*21,875
2-3	9,375

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 25 Análisis de varianza para el efecto del tipo de suelo, sobre el peso de larvas de *P. herrmanni*.**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>P-Valor</b>
Tratamientos	1,59174	5	0,318347	128,86	0,0000
Error	0,103763	42	0,0024705		
Total	1,6955	47			

Prueba de Duncan (P<5%).

<b>Tratamiento</b>	<b>Número</b>	<b>Promedio</b>	<b>Grupo homogéneo</b>
1	8	0,35375	X
2	8	0,40875	X
3	8	0,31875	X

<b>Diferencia entre densidad</b>	<b>Diferencia</b>
1-2	*-0,055
1-3	0,035
2-3	*0,09

\* Denota diferencias estadísticamente significativas.

**ANEXO 26 Análisis de textura de los distintos tipos de suelo.**

Suelo	Arcilla %	Limo %	Arena %	Textura
Trumao 30-40	32,6	62,9	4,5	Franco arcillo limoso
Trumao 2-10	25,1	67,2	7,7	Franco limoso
Vega 2-10	6,1	46,5	47,4	Franco arenoso
Arena	2,0	0,5	97,5	Arenoso

**ANEXO 27 Análisis químico de los distintos tipos de suelo.**

Suelo	Trumao	Trumao	Vega	Arena
Profundidad (cm.)	30-40	2-10	2-10	
<b>pH</b> en agua (1:2.5)	5,5	5,6	5,4	7,0
<b>pH</b> en CaCl <sub>2</sub> (1:2.5)	5,0	4,8	4,5	5,9
<b>Materia orgánica</b> (%)	3,2	14,2	4,8	0,1
<b>Nitrógeno mineral (N-NH<sub>4</sub>)</b> (mg/kg)	42,0	16,8	18,2	14,0
<b>Fósforo</b> Olsen (mg/kg)	2,6	25,4	72,9	2,1
<b>Potasio</b> intercambiable (mg/kg)	196	426	55	39
<b>Sodio</b> intercambiable (cmol+/kg)	0,15	0,05	0,13	0,03
<b>Calcio</b> intercambiable (cmol+/kg)	1,93	2,70	1,30	1,24
<b>Magnesio</b> intercambiable (cmol+/kg)	0,22	0,46	0,34	0,44
<b>Suma de bases</b> (cmol+/kg)	2,80	4,30	1,91	1,81
<b>Aluminio</b> intercambiable (cmol+/kg)	0,05	0,40	1,42	0,02
<b>CICE</b> (cmol+/kg)	2,85	4,70	3,33	1,83
<b>Saturación de Al</b> (%)	1,8	8,5	42,6	1,1