



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

Determinación del daño causado por larvas de *Hylamorpha elegans* (Burmeister) en trigo *Triticum aestivum* L.

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

Marcela del Carmen Durán Reyes

Valdivia Chile 2002

PROFESOR PATROCINANTE:

Roberto Carrillo Ll.
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

PROFESORES INFORMANTES:

Laura Böhm S.
Ing. Agr.

Miguel Neira C.
Ing. Agr.

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por ayudarme en todos mis momentos de debilidad, darme las fuerzas que necesitaba para llegar a ser lo que hoy soy.

Quiero agradecerles a mis padres y hermano por ser tan paciente y ayudarme cuando mas lo necesite.

De manera muy especial darles las gracias por la posibilidad que me dieron de estudiar esta hermosa carrera que espero sea el comienzo de un gran y bello camino por recorrer.

Por último quisiera agradecer a todos mis buenos amigos que estuvieron junto a mi todos estos años.

Gracias a todos y siempre los recordare.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Sistemática de la familia Scarabeidae	3
2.2	Hábitos alimenticios de la familia Scarabeidae	3
2.3	Importancia económica de la familia Scarabeidae	5
2.4	Ciclo biológico y morfología de los distintos estados de <i>Hylamorpha elegans</i> (Burm.)	9
2.5	Ciclo estacional de <i>Hylamorpha elegans</i> (Burm.)	11
2.6	Factores que influyen sobre el crecimiento, desarrollo y sobrevivencia de larvas de escarabeidos	13
2.6.1	Humedad del suelo	13
2.6.2	Temperatura	14
2.6.3	Suelo	15
2.6.4	Manejo cultural	15
2.6.5	Competencia interespecífica e intraespecífica	16
2.7	Control de <i>Hylamorpha elegans</i> (Burm.)	16
2.8	Compensación y sobrecompensación en plantas	18
3	MATERIAL Y METODO	20
3.1	Material	20
3.1.1	Ubicación	20

Capítulo		Página
3.1.2	Material de insectos	20
3.1.3	Material vegetal	20
3.1.4	Suelo	20
3.1.5	Fertilizantes y pesticidas	21
3.1.6	Materiales	21
3.1.7	Equipos	21
3.2	Método	21
3.2.1	Duración de la investigación	21
3.2.2	Diseño experimental y tratamientos	21
3.2.3	Preparación de suelo	22
3.2.4	Tamaño de las parcelas y establecimiento de los tratamientos	22
3.2.5	Fertilización	23
3.2.6	Plaguicidas	23
3.2.7	Exclusión de aves	23
3.2.8	Parámetros a evaluar	23
3.2.8.1	Emergencia de plantas	24
3.2.8.2	Sobrevivencia de plantas	24
3.2.8.3	Evaluación de las plantas a la macolla	24
3.2.8.4	Evaluación de las plantas a la elongación del tallo	24
3.2.8.5	Evaluación de las plantas en embuchado	25
3.2.8.6	Evaluación de las plantas en antesis	25
3.2.8.7	Evaluación de las plantas a la madurez	25
3.2.9	Forma de evaluación de las variables en estudio	25
3.2.9.1	Número de plantas	25
3.2.9.2	Altura de las plantas	25
3.2.9.3	Peso de la parte aérea (verde y seco)	26
3.2.9.4	Peso sistema radical (verde y seco)	26

Capítulo		Página
3.2.9.5	Materia verde y seca total	26
3.2.9.6	Longitud de raíz principal	26
3.2.9.7	Número de raíces predominantes distintas a la principal	27
3.2.9.8	Peso de los 100 granos	27
3.2.9.9	Largo de la espiga	27
3.2.9.10	Número de espigas por tratamiento	27
3.2.10	Análisis estadístico	27
	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	29
4	Presentación general	29
4.1	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> ,	
4.2	sobre plantas de trigo del cultivar Otto	29
4.2.1	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la emergencia de plantas de trigo del cultivar Otto.	30
4.2.2	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la sobrevivencia de plantas de trigo del cultivar Otto.	31
4.2.3	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la altura de plantas de trigo del cultivar Otto.	33
4.2.4	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la materia aérea, radical y total de plantas de trigo del cultivar Otto.	34

Capítulo		Página
4.2.5	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorphia elegans</i> , sobre la materia seca aérea, radical y total de plantas de trigo del cultivar Otto.	38
4.2.6	Efecto de cinco de <i>Hylamorphia elegans</i> , sobre la longitud de raíz principal de plantas de trigo del cultivar Otto.	41
4.2.7	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorphia elegans</i> , sobre el número de raíces predominantes distinta a la principal de plantas de trigo del cultivar Otto.	42
4.3	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorphia elegans</i> , sobre algunas variables en plantas de trigo del cultivar Otto a la cosecha.	43
5	CONCLUSIONES	46
6	RESUMEN	47
	SUMMARY	48
7	BIBLIOGRAFIA	49
	ANEXOS	56

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la emergencia de plantas de trigo del cultivar Otto (nº de plantas en 0,5 m lineales)	30
2	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la sobrevivencia de plantas de trigo del cultivar Otto (nº de plantas por m ²)	31
3	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Otto	33
4	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la materia verde aérea (g) de plantas de trigo del cultivar Otto	35
5	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la materia verde radical (g) de plantas de trigo del cultivar Otto	36
6	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la materia verde total (g) de plantas de trigo del cultivar Otto	37
7	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la materia seca aérea (g) de plantas de trigo del cultivar Otto	38

Cuadro		Página
8	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la materia seca radical (g) de plantas de trigo del cultivar Otto.	39
9	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la materia seca total (g) de plantas de trigo del cultivar Otto.	40
10	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre la longitud de raíz principal (cm) de plantas de trigo del cultivar Otto	41
11	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre el número de raíces predominantes distinta a la principal de plantas de trigo del cultivar Otto	42
12	Efecto de cinco densidades de <i>Hylamorpha elegans</i> , sobre algunas variables en plantas de trigo del cultivar Otto a la cosecha	43

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Especies de gusanos blancos más importantes en suelos de la IX Región	7
2	Ciclo estacional de <i>Hylamorpha elegans</i> en la IX Región	12
3	Diseño de parcelas completamente al azar, donde T1, T2, T3, T4, T5 son las distintas densidades de gusano blanco y B1, B2, B3, B4 son los bloques	28

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Análisis de varianza para emergencia, medición 1	58
2	Análisis de varianza para emergencia, medición 2	58
3	Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 1	58
4	Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 2	59
5	Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 3	59
6	Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 4	59
7	Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 5	60
8	Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 6	60
9	Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 7	60
10	Análisis de varianza para sobrevivencia medición 8	61
11	Análisis de varianza para altura de planta, medición 1	61
12	Análisis de varianza para altura de planta, medición 2	61
13	Análisis de varianza para altura de planta, medición 3	62
14	Análisis de varianza para altura de planta, medición 4	62
15	Análisis de varianza para materia verde aérea, medición 1	62
16	Análisis de varianza para materia verde aérea, medición 2	63
17	Análisis de varianza para materia verde aérea, medición 3	63
18	Análisis de varianza para materia verde aérea, medición 4	63
19	Análisis de varianza para materia verde radical, medición 1	64

Anexo		Página
20	Análisis de varianza para materia verde radical, medición 2	64
21	Análisis de varianza para materia verde radical, medición 3	64
22	Análisis de varianza para materia verde radical, medición 4	65
23	Análisis de varianza para materia verde total medición 1	65
24	Análisis de varianza para materia verde total, medición 2	65
25	Análisis de varianza para materia verde total, medición 3	66
26	Análisis de varianza para materia verde total, medición 4	66
27	Análisis de varianza para materia seca aérea, medición 1	66
28	Análisis de varianza para materia seca aérea, medición 2	67
29	Análisis de varianza para materia seca aérea, medición 3	67
30	Análisis de varianza para materia seca aérea, medición 4	67
31	Análisis de varianza para materia seca radical, medición 1	68
32	Análisis de varianza para materia seca radical, medición 2	68
33	Análisis de varianza para materia seca radical, medición 3	68

Anexo		Página
34	Análisis de varianza para materia seca radical, medición 4	69
35	Análisis de varianza para materia seca total medición 1	69
36	Análisis de varianza para materia seca total, medición 2	69
37	Análisis de varianza para materia seca total, medición 3	70
38	Análisis de varianza para materia seca total, medición 4	70
39	Análisis de varianza para longitud de raíz principal, medición 1	70
40	Análisis de varianza para longitud de raíz principal, medición 2	71
41	Análisis de varianza para longitud de raíz principal, medición 3	71
42	Análisis de varianza para longitud de raíz principal, medición 4	71
43	Análisis de varianza para número de raíces predominantes distinta a la principal, medición 1	72
44	Análisis de varianza para número de raíces predominantes distinta a la principal, medición 2	72
45	Análisis de varianza para número de raíces predominantes distinta a la principal, medición 3	73
46	Análisis de varianza para número de raíces predominantes distinta a la principal, medición 4	73
47	Análisis de varianza para número de espigas en plantas de trigo	74

Anexo		Página
48	Análisis de varianza para largo de espigas en plantas de trigo	74
49	Análisis de varianza para peso de 100 granos en plantas de trigo	75
50	Estados de crecimiento escala Zadoks, Chang y Konzac	76

1. INTRODUCCION

En la familia Scarabaeidae existe una amplia gama de insectos que causan importantes daños, especialmente en su estado larval, tanto en praderas como en diferentes cultivos y flores.

Hylamorpha elegans (Burm.) es un insecto que pertenece a la familia Scarabaeidae, comúnmente conocido como gusano blanco, en su estado larval y como pololo verde, en su estado adulto.

A pesar de ser una plaga de importancia agrícola reconocida, aún no se han logrado establecer los niveles de daño, para diferentes cultivos y zonas, en los que dicha plaga afecta a los cultivos de cereales.

Hipótesis. La hipótesis que sustenta la presente investigación es: las plantas de trigo responden en forma variable a distintos niveles de infestación por larvas de escarabeidos de la especie *H. elegans*.

Por lo anteriormente expuesto y por medio de un ensayo realizado a nivel de campo, esta tesis tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general. Determinar los niveles poblacionales de larvas del tercer estadio de *H. elegans* que causan daño en trigos de invierno.

Objetivos específicos. Evaluar distintas densidades de larvas de *H. elegans* en la sobrevivencia de plantas y otros parámetros vegetativos de trigo de invierno, cultivar Otto Baer.

Determinar efectos compensatorios de plantas de trigo, en relación a la infestación de larvas de escarabeidos.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Sistemática de la familia Scarabaeidae.

La familia Scarabaeidae se ubica en el orden Coleoptera, sub-orden Polyphaga, serie Haplogastra, superfamilia Scarabaeoidea, según Blakwelder, citado por (ETCHEVERRY y HERRERA 1972).

2.2 Hábitos alimenticios de la familia Scarabaeidae.

Según el hábito alimenticio de larvas de Scarabaeidae, éstas pueden ser divididas en tres categorías De Fluiter (1941), citado por RITCHER (1958).

- a) Especies que se alimentan de materia orgánica muerta (Cetoniinae).
- b) Especies que se alimentan de materia orgánica muerta, pero que son capaces de comer raíces en su ausencia (ciertos Rutelinae y Dynastinae).
- c) Especies que se alimentan fundamentalmente de raíces de plantas cultivadas (Melolonthinae).

Según RITCHER (1958), el primer estadio larval de las especies que consumen raíces se alimenta en parte de materia orgánica en el suelo; en cambio en el segundo y tercer estadio larval se alimentan principalmente de raíces y vástagos enterrados.

Entre las especies vegetales presentes en terrenos donde se han colectado larvas de escarabaeidos se destacan: chéptica, avenilla, pasto miel, pasto ovilla, llantén, diente de león, rábano, vinagrillo, trébol blanco, hualputra,

pasto centella, piojillo, cicuta, cola de zorro, romaza, trébol rosado, mostaza, mostacilla, pichoga, alfilerillo, ballica, siete venas, romacilla, margarita, manzanillón, cardo blanco, poleo, arvejilla, pensamiento silvestre, sanguinaria. (DURAN, 1952 y DURAN, 1954). Estos antecedentes confirman los hábitos alimenticios polípagos de *H. elegans*.

CADEVILLE (1945), señala que las larvas atacan sementeras comiendo el cuello y las raíces de las plantas, cortándolas por consiguiente a ras del suelo. PASTRANA (1957), agrega que las larvas cortan las raíces pequeñas y roen las más desarrolladas, atacando el tallo bajo la superficie del suelo a nivel de la zona del cuello.

Las larvas se alimentan del sistema radical de las plantas forrajeras, traduciéndose en la aparición de manchas amarillentas en las praderas debido a la descomposición de la vegetación y posteriormente la aparición de sectores del suelo sin vegetación (NORAMBUENA y AGUILERA, 1988).

Las plantas que son dañadas en la zona radicular manifiestan decoloración, hojas de color café, enanismo, marchitez y poco arraigamiento, pudiendo desenraizarse fácilmente al tirarlas; también, presentan pocas raíces o ausencia de estas. Cuando la infestación es grave, los cultivos presentan crecimiento desuniforme, formando áreas de diversos tamaños en donde las plantas se secan o mueren, sobreviviendo sólo aquellas especies que poseen raíces pivotantes. Estos síntomas aparecen en el sur de Chile, regularmente en invierno (SHELL CHILE S.A., 1966; NORAMBUENA y AGUILERA, 1988; CISTERNAS y CARRILLO, 1989).

DURAN (1952), señala que adultos de la subfamilia Rutelinae se alimentan de hojas de hualle (*Nothofagus obliqua*), dejando solo la nervadura gruesa de estas. Por el contrario, también existen especies que en estado

adulto no se alimentan, es el caso de algunos miembros de las sub familias: Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae y Plecominae (RITCHER, 1958).

2.3 Importancia económica de la familia Scarabeidae.

Muchas especies de escarabeidos, tanto en estado adulto como en estado larval, son consideradas de importancia económica en diversas partes del mundo. GONZALEZ (1989), señala que el concepto de daño económico producido por una plaga, recurrente o no en la calidad de la cosecha y/o en la vida útil de la planta hospedante, es fundamental para definir la categoría como plaga agrícola de un insecto fitófago, asociado regular o permanentemente a un cultivo y a una densidad poblacional importante.

H. elegans subfamilia Rutelinae, y *Phytoloema herrmanni* Germ., subfamilia Melolonthinae, son las especies que producen daños importantes en empastadas y sementeras de cereales entre la VII y X Regiones. (NORAMBUENA y AGUILERA, 1988). Las larvas de ambas especies son importantes económicamente porque se alimentan preferentemente de raíces de plantas causando daño, mientras que los adultos por su acción defoliadora tanto de árboles como arbustos, además de consumir flores cultivadas, polen y néctar (RITCHER, 1958).

Sin embargo, PAPE (2001), señala que las larvas de *H. elegans* no necesitan alimentarse de raíces ya que pueden desarrollar su ciclo de vida alimentándose de la materia orgánica del suelo, lo cual trae consigo que no tengan desarrollados las estructuras para captar la presencia de sustancias volátiles emitidas por las raíces en el medio, ya que presentan una amplia polifagia.

Las altas poblaciones de gusanos blancos alteran marcadamente la composición de las praderas ya sea por la alimentación selectiva de una o más especies o por la alimentación indiscriminada de todas las especies (RADCLIFFE, 1971).

En relación a la importancia económica de los escarabeidos en Chile diversos autores señalan que son varias las especies que constituyen un denominado complejo gusanos blancos. OLALQUIAGA (1961), indica que “a juzgar por la inquietud que causan las plagas al cultivador, las que cobran más importancia para las forrajeras en Chile, son aquellas que obstaculizan el establecimiento del cultivo y que reducen la productividad al atacarlas subterráneamente”.

A su vez, RAMILA (1962), señala que los gusanos blancos son una plaga muy grave en empastadas del sur del país y que se ha podido comprobar la pérdida de miles de hectáreas de pasto en el primer año de siembra, por la acción de estos gusanos blancos.

En Chile, son las larvas de especies nativas de escarabeidos las que causan daño en zonas antes boscosas y que hoy están dedicadas casi totalmente a la agricultura (DURAN, 1976).

Los melolontinos *P. hermanni*, *Sericoides* spp., *Schizochelus serratus* Phil. y los rutelinos *H. elegans* y *Brachysternus prasinus* Guer., constituyen los representantes más importantes del complejo de gusanos blancos en las pradera del sur de Chile (DURAN, 1976, NORAMBUENA y AGUILERA, 1988; CISTERNAS y CARRILLO, 1989; CISTERNAS et al., 1999).

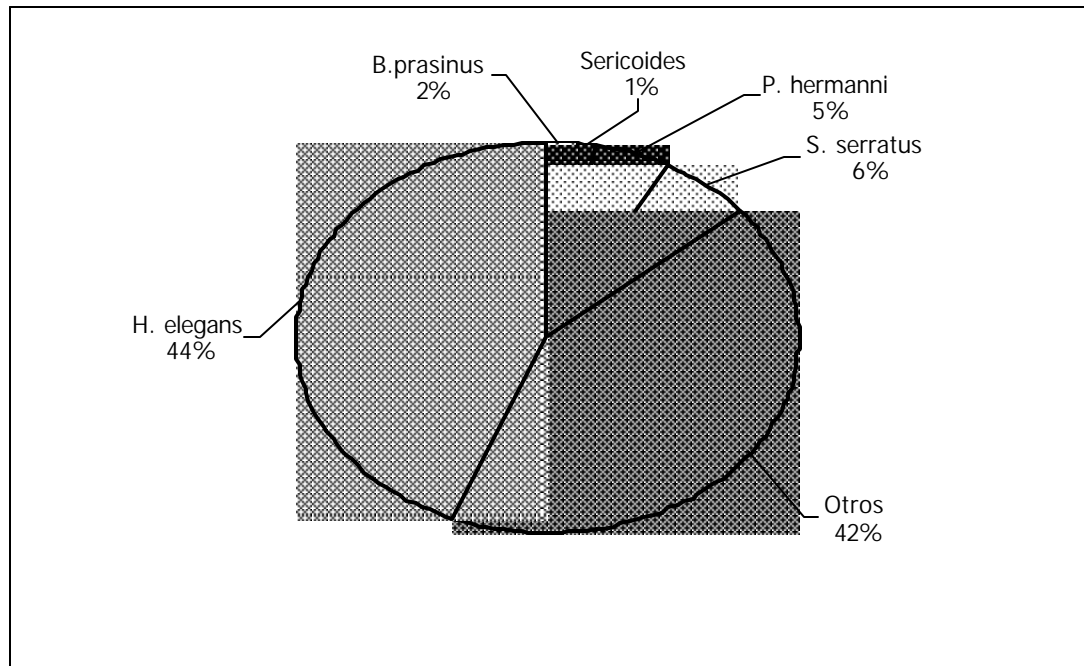


FIGURA 1 Especies de gusanos blancos en suelos de la IX Región y su importancia relativa.

FUENTE: AGUILERA, (1992).

Según OLALQUIAGA y CORTES (1952), la acción agotante de estos insectos sobre el terreno es tan pronunciada por la sustracción de materia orgánica del suelo que efectúan, debido a ello sus efectos perduran después de 2 a 4 años, transformándose la rica pradera, en una estepa pobre en que se desarrollan principalmente especies vegetales no muy exigentes.

DURAN (1952), indica que en el año 1947 se calculó que en las provincias australes de Chile pérdidas ocasionadas por *H. elegans* en trigo, llegaron a 60 millones de pesos de la época anualmente.

El año 1958 la zona de Vilcún (IX Región) sufrió intensos ataques, produciéndose un gran porcentaje de pérdidas en las sementeras donde se

encontró un promedio de 83 larvas/m², de la especie *H. elegans*, considerándose, que 30 larvas/m² producen pérdidas importantes. (RAMILA, 1962).

Es difícil realizar la evaluación del daño económico causado por las larvas de escarábidos, pues la relación entre la cantidad de alimentación y el nivel de pérdida económica resultante es generalmente complejo, debido a que las larvas se alimentan del sistema radical de las plantas forrajeras y la parte económicamente valorable de estas es la parte aérea. La pérdida de rendimiento en la parte de la planta que es consumida puede ser proporcional a la cantidad de insectos alimentándose; la planta puede también compensar las mermas producidas por el insecto mediante el incremento en su tasa de crecimiento, incluso la alimentación puede causar una reducción en la tasa de crecimiento tal que las pérdidas puedan exceder el consumo efectuado por el insecto (RIDS DILL-SMITH, 1975).

DURAN (1954), señala que las praderas se encuentran densidades larvales mayores que en suelos cultivados, por lo tanto en las primeras se esperaría un mayor daño potencial que en terrenos sembrados con cereales. CARRILLO (1987), agrega que debieran presentarse altos niveles de gusanos blancos en cultivos que siguen a praderas, más que en el caso de rotaciones en las cuales siguen a otros cultivo; esto debido a que la pradera proporciona mejores condiciones de temperatura y humedad para el desarrollo de las larvas.

Se estima que durante los años de ataques severos, las densidades máximas en las praderas son 300 larvas/m² de *H. elegans* (NORAMBUENA y AGUILERA, 1988).

Se han encontrado densidades que van desde 25 larvas/m² hasta 200 y 300 larvas/m² en años de ataque intenso en praderas naturales y en casos de

ataques intensos se han cuantificado 376 larvas por metro cuadrado (DURAN, 1952).

2.4 Ciclo biológico y morfología de los distintos estados de *Hylamorpha elegans* (Burm.).

El ciclo biológico de *H. elegans* comprende los estados de huevo, larva, pupa y adulto; el estado de larva presenta a su vez tres estadios larvales.

A continuación se presentan las principales características que permiten identificar los diferentes estados de desarrollo del pololo verde.

a) Huevo. Los huevos son depositados individualmente; recién ovipuestos son de forma oval alargada, posteriormente incrementan su tamaño, principalmente en forma transversal y alcanzan una forma esférica. Recién ovipuestos presentan un largo de 1,5 x 1,2 mm de ancho, alcanzando en su estado de máximo desarrollo un largo de 2,5 x 2,4 mm de ancho. El color varía de blanco a ligeramente amarillento, siendo su superficie lisa y brillante (FRESARD, 1992).

b) Larva. Las larvas de gusano blanco pasan por tres estadios, siendo el primero y el segundo más bien cortos en relación al tercer estadio, el que representa alrededor de un 60 a 70 % del total del ciclo del estado larval (HAYES, 1929).

La larva es escarabeiforme, cilíndrica, formando en reposo una típica letra "C", con tres pares de patas torácicas. Los tres estadios larvales se diferencian entre ellos por el ancho y largo de la cápsula cefálica (CISTERNAS et al., 1999).

El cambio más notable entre los estadios es el incremento de tamaño; el color blanco de las larvas, que en los primeros estadios es blanco hialino se torna amarillo pálido al término del tercer estadio (CISTERNAS et al., 1999).

La cabeza es hipognata de forma simétrica y sin ocelos. Las antenas están formadas por cuatro antenitos y una pieza basal corta. Las mandíbulas son asimétricas y de forma subtriangular. El tórax está formado por tres segmentos: protorax, mesotorax y metatórax. El abdomen está formado por 10 segmentos divididos en tres escleritos. El último tergo abdominal se encuentra cubierto por setas de distinto tamaño dirigidas hacia la región posterior, la abertura anal transversalmente curvada. (CISTERNAS et al., 1999).

c) Pupa. La pupa es libre o exarata, de forma ovalada alargada; su largo fluctúa entre los 17,2 a 21,5 mm. El color es amarillo, pero variable dentro de este color, siendo al comienzo amarillo mas pálido (5 Y 8/6 y 8/8) y al final de color amarillo mas intenso (10 YR 7/6 y 7/8). Los élitros están apegados al cuerpo. El exuvio larval cubre la pupa (CISTERNAS et al., 1999).

Antes de pasar al estado de pupa, el cuerpo de la larva poco a poco se pone recto disminuyendo al mismo tiempo en longitud y aumentando de grosor. El crecimiento de las alas y las patas es tan rápido que se verifica tal vez en menos de una hora. La pupa permanece sin comer y sin cambiar de lugar (RAMILA, 1962).

A la vez la pupa es muy sensible a la sequedad y expuesta al aire libre se reseca en corto tiempo (RIVERA, 1904).

d) Adulto. El tamaño del adulto es de 14 a 18 mm de largo por 6 mm de ancho. Es de color verde brillante y está desprovisto de pilosidad dorsal; la cabeza y pronoto presentan puntuaciones circulares de irregular distribución. Los élitros

son de bordes paralelos con puntuaciones organizadas en hileras. Las patas anteriores son de color pardo claras o con el fémur o tibia verdes, segundo par con fémur y tibia verde y tercer par solo con fémur de color verde. La parte ventral de la cabeza y tórax con pilosidad blanca sucia y larga; presenta escamas blancas del abdomen muy cortas (GONZALEZ, 1989).

El macho presenta el abdomen y pigidio de color blanco; y cuatro lamelas antenales de mayor tamaño que las tres que presenta la hembra; ésta a su vez presenta el abdomen y pigidio de color amarillo (CISTERNAS *et al.*, 1999).

2.5 Ciclo estacional de *Hylamorpha elegans* (Burm.).

La actividad larval comienza desde mediados de enero hasta fines de agosto y principalmente septiembre, con una duración aproximada de siete meses (Figura 2). Las larvas viven superficialmente, aproximadamente entre 5 a 10 centímetros de la superficie, sin embargo, en zonas frías bajan a profundidades cercanas a 20 centímetros (DURAN, 1952).

El daño mayor lo produce en su tercer estadio larval, momento en el cual el insecto se acerca a la superficie del suelo, consumiendo las raicillas de gramíneas y leguminosas en praderas. Desde fines de agosto en adelante las larvas dejan de alimentarse y construyen una celdilla en la cual el insecto pupara a partir del mes de octubre. En recientes experimentos se ha podido observar que el período sin alimentarse de raicillas, podría comenzar a mediados de julio (CARRILLO, 1999).



FIGURA 2 Ciclo estacional de *Hylamorpha elegans* en la IX Región.

FUENTE: AGUILERA, (1992).

DURAN (1952), menciona que antes de pupar las larvas entran en un período de prepupa que dura más o menos 2 días. El período pupal abarca los meses de octubre y eventualmente noviembre, ocupando la pupa una celdilla construida previamente por la larva a una profundidad de 5 a 10 centímetros.

Este insecto presenta un ciclo anual y vuela desde fines de noviembre a enero, teniendo sus máximos entre diciembre a enero (CARRILLO, 1999); en Osorno el vuelo de esta especie ocurre desde fines de noviembre (47^{ava}. semana) a fines de febrero (8^{ava}. semana), concentrándose desde la última semana de diciembre a fines de enero donde ocurre el 92,5% de las capturas (CISTERNAS *et al.*, 1999).

El vuelo se produce al amanecer y atardecer, siendo el primero de ellos de concentración, los adultos se dirigen a los árboles en donde permanecen todo el día alimentándose y copulando. El vuelo del atardecer es de dispersión, todos abandonan los árboles y vuelan al campo desovando las hembras en estos (DURAN, 1952).

El hecho de que los adultos permanezcan ocultos durante períodos fríos dificulta observar con claridad la fecha de inicio de vuelo. El término de este período ocurre en el mes de febrero (DURAN, 1952 y CISTERNAS et al., 1999).

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

Se analizará el efecto de la humedad, temperatura, tipo de suelo sobre los escarabeidos.

2.6.1 Humedad del suelo. La humedad del suelo, óptima para la mayoría de los insectos que viven en el suelo es entre 18 y 22 %. Cuando la humedad del suelo en el estrato de 0-10 cm es entre 6-9 % durante el verano, la mesofauna larval migra a una profundidad entre 20-60 cm (NADVORNIJ, 1971 y NADVORNIJ, 1983).

La mortalidad de las larvas no es afectada en forma significativa cuando la humedad se presenta entre el punto de marchitez permanente y capacidad de campo; sin embargo, la mortalidad asciende bruscamente a medida que la humedad del suelo declina por debajo del punto de marchitez o aumenta por sobre capacidad de campo (MAELZER, 1961).

Este efecto de la humedad del suelo es esperable debido a que la capacidad de soportar cambios depende parcialmente del grado de esclerotización de la cutícula, siendo más vulnerables las formas menos esclerotizadas como las larvas de escarabeidos (VILLIANI y WRIGHT, 1990).

MAELZER (1961), señala que es probable que el exceso de agua debilite las larvas, a tal punto, que sucumban más rápido a las enfermedades.

2.6.2 Temperatura. Temperaturas bajas y altas son perjudiciales para los insectos del suelo. Estudios de las relaciones térmicas del suelo en la migración vertical de las larvas de escarabeidos en este suelo mostró que el máximo movimiento tuvo lugar en primavera, cuando la temperatura indica el término de la diapausa invernal y en otoño cuando la temperatura determina el tiempo de su entrada a invernar. Larvas de escarabeidos tienen un movimiento vertical entre los 0-30 cm durante el otoño y primavera cuando la temperatura es menor y la humedad es relativamente alta. Algunos insectos de la familia Scarabaeidae sufren efectos letales con temperaturas de 3 a -5 °C (NADVORNIJ, 1971 y NADVORNIJ, 1983).

Las mayores migraciones verticales se observan cuando la mesofauna larval desciende a invernar o cuando esta se ve obligada a migrar hacia las profundidades escapando de las altas temperaturas de primavera y verano (RIDSDILL-SMITH et al, 1975 y DARLONG y ALFRED, 1982).

FRESARD (1992), determinó que temperaturas sobre los 35 °C ocasionan un 100% de mortalidad en larvas de primer estadio de *H. elegans* luego de dos horas de exposición.

El desarrollo y crecimiento de las larvas generalmente aumenta con la temperatura, dentro de un cierto rango de tolerancia que varía entre especies, así como también es importante la temperatura, por su efecto sobre el tamaño de las larvas de los insectos consumidores de raíces y la probabilidad de sobrevivir en invierno (NADVORNIJ, 1983).

Los estudios de terreno han demostrado que el 60 % de las larvas de primer estadio de las especies de escarabeidos se encuentran principalmente dentro de los primeros cinco centímetros de suelo en la pradera, a esta

profundidad la temperatura y la humedad del suelo fluctúan ampliamente (GALLARDO, 1993).

2.6.3 Suelo. Para las larvas de escarabeidos la sobrevivencia es más alta en suelos de textura fina, disminuyendo con el aumento del tamaño de las partículas (REGNIERE *et al.*, 1981). Con respecto a la estructura, Wallwork (1976), citado por GALLARDO (1993), menciona que donde el suelo tiene la estructura más suelta, los insectos presentan una distribución más amplia y a la vez se concentra una mayor cantidad de ellos en este tipo de suelos.

La densidad de larvas en el suelo se ve incrementada por la presencia de materia orgánica. Suelos trumados poseen una mayor cantidad de larvas de escarabeidos que suelos compactos, estando presentes estos en número mayor si al suelo se le agrega materia orgánica (OLALQUIAGA y CORTES, 1952). FRESARD (1992), encontró que la sobrevivencia de larvas de *H. elegans* (Burm.) era mayor en un suelo trumado con vegetación (15,3% materia orgánica) que en el mismo suelo sin vegetación y también en un suelo vega con y sin vegetación. Resultados obtenidos por ROJAS (1994), indican que los gusanos blancos poseen una mejor sobrevivencia en suelo que con dietas artificiales preparadas en base a raíces. El daño producido a las plantas forrajeras por larvas de escarabeidos es menor al agregar materia orgánica en forma de estiércol al suelo; sin embargo, no está claro si este menor daño se produce por el beneficio que causa el estiércol a la planta o porque las larvas se alimentan de este (DAVIDSON, 1969; KAIN y ATKINSON, 1977).

2.6.4 Manejo cultural. Roberts y Morton (1985), citados por CARRILLO (1986), señalan que el número de escarabeidos se encuentra en relación con la cantidad de ovejas pastoreando, por ejemplo 30 ovejas por hectárea para que la masa de gusanos blancos se redujera notablemente, por la compresión que ejercían las ovejas en el suelo.

2.6.5 Competencia interespecífica e intraespecífica. Por definición el fenómeno de competencia ocurre cuando la interacción entre dos o más individuos o poblaciones afecta adversamente el crecimiento, sobrevivencia, salud y/o tamaño de la población de cada uno de ellos, situación que usualmente ocurre cuando existe de por medio un recurso con características de limitado (ROTHMANN, 1994).

En condiciones de hacinamiento larval, ocurre mortalidad debido al canibalismo larval, esto es causado por una conducta agresiva y aparentemente al azar de las larvas (KAIN y ATKINSON, 1977 y KING y SAUNDERS, 1984).

En estudio realizado por ROTHMANN (1994), se advierte una competencia por interferencia mas que por exploración de larvas nativas en el suelo. Al encontrarse *P. hermanni* (3er. estadio) con *H. elegans* (2do. estadio) durante sus desplazamientos por el suelo, responderá *P. hermanni* atacando a *H. elegans* con sus fuertes mandíbulas provocándole en corto tiempo la muerte ya que las larvas de *H. elegans* son bastante frágiles en lo que respecta a lesiones epidérmicas. Se señala que *P. hermanni* exhiba un comportamiento marcadamente mas agresivo y mas ágil que *H. elegans*.

A la vez en ensayos realizados por el mismo autor, se utilizaron larvas del tercer estadio de *P. hermanni* con larvas en tercer estadio de *H. elegans* y sus resultados indican ausencia de fenómenos competitivos, probablemente debido al desplazamiento de *P. hermanni* hacia niveles más profundos, como una preparación para el proceso de pupación. Esto mismo afecta positivamente a *H. elegans* al liberarse de la presión competitiva ejercida anteriormente por *P. hermanni*.

2.7 Control de *Hylamorpha elegans* (Burm.)

Con relación a praderas no se conocen alternativas químicas que signifiquen soluciones prácticas y económicas de control, por lo que se depende básicamente de la acción que el control natural pueda ejercer sobre la plaga. (RUIZ, 1996).

Al respecto CARRILLO (1999), señala que el combate de los gusanos blancos es extremadamente difícil bajo las condiciones de las praderas, ya que los insecticidas no son capaces de penetrar bajo el suelo y los que incorporan al momento de la siembra, sólo tienen un efecto muy limitado en el tiempo. El empleo de maquinas regeneradoras de praderas, para colocar el insecticida bajo el suelo en el mes de marzo, ha demostrado ser una práctica adecuada de control, debido a que hasta ese momento el daño ha sido mínimo por el tamaño de las larvas y el suelo tiene una humedad adecuada para poder usar esta maquinaria e incorporar el plaguicida.

Un producto que ha dado buenos resultados es clorpirifos en dosis de 1,2 kg i. a. por hectárea. Sin embargo, debido a los efectos colaterales que está práctica puede causar, es necesario hacer un manejo prudente con este y otro tipo de insecticidas (CARRILLO, 1999).

Entre las prácticas culturales posibles, está el empleo de preparaciones de suelo acuosas en verano, con lo que es posible reducir las poblaciones de gusanos al exponerlos a la acción de los factores del medio y a las aves depredadoras (GALLARDO, 1993).

Otro medio de combate puede ser el empleo de rodillado con gran peso, en los momentos del ciclo en que el insecto se encuentra más cerca de la superficie, en su estado larval. El empleo de una gran masa de animales también ayuda a reducir el número (CARRILLO, 1999).

Otro sistema consiste en favorecer los enemigos naturales. En el sur de Chile existe un conjunto de antagonistas constituidos por larvas de insectos de las familias Tachinidae, Asilidae, Carabidae y Tenebrionidae que podrían presentar una vía potencial de control de los estados larvarios de escarabaeidos, depredando sobre gusanos blancos (CARRILLO, 1999).

Además, se ha determinado la presencia de hongos infectando a gusanos blancos, *Metharhizium anisopliae* (Metsch.); Sorokin y *Beauveria vermiconia* Hoog y Rao, protozoos del orden Gregaridina y nemátodos. Entre las especies depredadoras determinó al asilido *Asilus crassus* Bromley y al tachinido *Morphodexia barrosi* (Brethes) (CARRILLO, 1999).

CORTES y HICHINS (1969) indican en su estudio sobre los taquinidos de Chile, a numerosas especies de scarabeidos en su estado larval como hospederos de este tipo de moscas. Se ha encontrado una alta incidencia de larvas de scarabeidos en el buche de bandurrias (40 a 50% de los individuos) y el tiuque (10 a 20% de los individuos consumidos) (CARRILLO, 1999).

En Nueva Zelanda ha demostrado ser muy efectivo en el control de escarabaeidos (*C. zeelandica*) una formulación de bacterias del género *Serratia* incorporado al suelo, sin embargo se han presentado problemas de resistencia, lo cual ha limitado su uso (ROJAS, 1994).

2.8 Compensación y sobrecompensación de plantas.

Las plantas pueden compensar el daño causado por agentes bióticos y abióticos, los que dependen de diversos factores tanto internos como externos, y es en base a ellos que las plantas son o no afectadas manifestándose en una sobrevivencia o muerte de ellas si no suplen sus necesidades básicas.

Muchas plantas logran compensar sus daños de diversas formas, presentando una capacidad interespecífica y variable para compensar los daños, siendo por ello algunas especies más afectadas que otras, existiendo diferencias intraespecíficas.

ROJAS (1994), indica que las especies gramíneas son más susceptibles al ataque de *H. elegans* que las leguminosas, aunque dicho daño no reduzca el rendimiento foliar. De igual forma un estudio de PEZOA (1996), confirmó lo anteriormente señalado.

Experimentos sobre el comportamiento alimenticio de larvas de escarabeidos en plantas de trigo, indicaron que *H. elegans* más que reducir el área foliar, producen pérdidas de plantas y cortes de raíces que ocasionan proliferación de raicillas laterales, pudiendo así la planta compensar parcialmente el daño causado por la alimentación de las larvas (FRESARD, 1992).

3. MATERIAL Y MÉTODO.

3.1 Material.

Se indica a continuación la ubicación del predio donde se realizó el estudio, material biológico y vegetal, material de laboratorio a emplear y otros aspectos relacionados con el mismo.

3.1.1 Ubicación. La realización del estudio se llevo a cabo en la Estación Experimental Santa Rosa perteneciente a la Universidad Austral de Chile ($39^{\circ}45'$ S y $73^{\circ}14'$ O), distante 7 km de la ciudad de Valdivia. Los trabajos de laboratorio se realizaron en la Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, en el Laboratorio de Fitoquímica y Entomología. Otras mediciones se realizaron en las instalaciones de la Estación Experimental Santa Rosa.

3.1.2 Material de insectos. Se utilizaron larvas de tercer estadio de *Hylamorpha elegans* (Burm.), obtenidas desde praderas mixtas en diferentes sectores de la Estación Experimental Santa Rosa.

3.1.3 Material vegetal. Se empleó trigo (*Triticum aestivum* L.), cultivar Otto Baer.

3.1.4 Suelo. Para el ensayo se utilizó como sustrato un suelo trumao (medial mesic typic dystrandept), serie Valdivia, obtenido en el campo Experimental Santa Rosa. Este suelo posee una humedad aprovechable del 20 % base

volumen, 0,85 g/cc de densidad aparente y 65 % de porosidad total (NISSEN, 1974).

3.1.5 Fertilizantes y pesticidas. Los fertilizantes utilizados fueron superfosfato triple y salitre sódico.

Como fungicida se empleo tebuconazole (RAXIL 2 % ^{MR}) y como insecticida se aplicó lambdacihalotrina (KARATE 5 % ^{MR}).

3.1.6 Materiales. Bolsas de polietileno (30 x 25 cm y 20 x 16 cm), bolsas de papel (30 x 16 cm y 45 x 18 cm), papel absorbente, regla graduada de 100 cm, placas Petri de 10 cm de diámetro, planchas de lata, pala, etiquetas y tijeras.

3.1.7 Equipos. Balanza analítica SARTORIUS^{MR} (0,0001 g), balanza de precisión CIENTEC-SARTORIUS^{MR} (0,1 g), horno Pasteur HERAEUS^{MR} (0 – 250 °C) y estufa de secado MEMERT^{MR} tipo UL 80 (80 – 220 °C).

3.2 Método.

Para la determinación del efecto de las larvas de tercer estadio sobre trigo se utilizó la metodología que a continuación se describe.

3.2.1 Duración de la investigación. La investigación tuvo una duración de siete meses, desde julio de 1999 hasta febrero de 2000.

3.2.2 Diseño experimental y tratamientos. Se empleó un diseño experimental en bloques completamente al azar. El ensayo se estructuró en base a cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos 1 – 2 – 3 – 4 – y 5, correspondieron a densidades de 0, 50, 100, 200 y 400 larvas por metro cuadrado (Figura 3).

3.2.3 Preparación de suelo. El suelo, proveniente de una pradera, fué preparado en el mes de julio utilizando un arado de discos, posteriormente se aplicó un vibrocultivador, luego se trabajó con preparación manual con una pala hasta una profundidad de 30 cm. Con esta operación se eliminó el total de las larvas de gusanos blancos de manera de poder establecer las densidades a estudiar y eliminaron los antagonistas.

3.2.4 Tamaño de las parcelas y establecimiento de los tratamientos. Las parcelas tuvieron una dimensión de 2 x 1 m. El suelo de estas parcelas fue harneado previo a la siembra, a fin de eliminar la presencia de larvas de escarabeidos. Posteriormente las parcelas fueron rodeadas con planchas de lata, las que se enterraron hasta 30 cm bajo el suelo y a una altura de 6 cm sobre el suelo, a fin de aislar las parcelas de la salida y entrada de larvas de escarabeidos.

Las parcelas fueron infestadas según las distintas densidades, con larvas de tercer estadio de *H. elegans*; éstas fueron colectadas desde praderas y mantenidas en contenedores con suelo hasta el momento de su colocación en terreno. El lapso entre extracción y colocación no fue más de 24 horas.

Para lograr su establecimiento, las larvas fueron distribuidas uniformemente sobre el suelo para que se enterraran por sus propios medios, aquellas que no penetraron el suelo fueron reemplazadas, pues se consideró que ellas correspondían a larvas que presentaban algún tipo de daño.

Las parcelas se sembraron con trigo a una dosis equivalente a 120 kg por ha, en hileras orientadas este a oeste, con una distancia entre hileras de 20 cm. La siembra se realizó el día 26 y 27 de julio de 1999.

3.2.5 Fertilización. Las parcelas fueron fertilizadas con el equivalente a 90 U P_2O_5 / ha al momento de la siembra. El fertilizante se aplicó a la forma de superfosfato triple incorporándose en el surco de siembra, colocándose posteriormente la semilla de trigo.

La fertilización nitrogenada se realizó el día 24 de agosto de 1999, con el equivalente a 100 U N / ha, el fertilizante utilizado fue salitre sódico.

La dosis de fertilización para cada parcela fue calculada considerando una superficie de 2 m². Cada uno de los fertilizantes fue pesado en forma individual en una balanza de precisión y colocado en bolsas de polietileno. La dosis de fertilizante fue colocada en cada tratamiento y repeticiones correspondientes.

3.2.6 Plaguicidas. Previo a la siembra el trigo fue desinfectado con tebuconazol (RAXIL 2 % ^{MR}), con el equivalente a 150 g / 100 kg de semilla. Para ello el fungicida fue mezclado en una bolsa de polietileno junto con la semilla, agitando repetidamente la mezcla.

Previo a la cosecha del trigo se le aplicó lambdacihalotrina (KARATE 5 % ^{MR}) con el equivalente a 150 – 200 cc / ha, con una bomba de espalda sobre las parcelas.

3.2.7 Exclusión de aves. Para excluir las aves granívoras que pudieran causar daño sobre el grano, se cubrió todo el ensayo con malla Rachel de 75 %, desde el término de floración en adelante.

3.2.8 Variables a evaluar. Las mediciones sobre el estado de desarrollo del trigo se realizaron utilizando el código decimal de Zadoks et al. (JOBET, 1987) (Anexo 50).

3.2.8.1 Emergencia de plantas. Se sortearon 0,5 m lineales en una hilera seleccionada al azar en cada una de las parcelas, contándose el número de plantas presentes. Las mediciones se realizaron los días 10 y 17 después de siembra.

3.2.8.2 Sobrevivencia de plantas. En las mismas hileras en las cuales se midió la emergencia, se midió la sobrevivencia de las plantas cada 20 días. Se sometió a un sorteo al azar 0,5 m lineales de una hilera de cada parcela durante el desarrollo del estudio. De esta forma se determinó si había existido muerte o pérdidas de plántulas por ataque de los gusanos blancos.

3.2.8.3 Evaluación de las plantas a la macolla. Se escogió a través de un sorteo al azar 0,5 m lineales en cada parcela desde donde se extrajeron todas las plantas existentes para realizarle una serie de mediciones y luego sacar un promedio por tratamiento. Se debe mencionar que los 0,5 metros designados no son los mismos que se sortearon para las mediciones de sobrevivencia de las plantas. La medición se realizó a los 29 días después de siembra.

Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, número de plantas, peso de la parte aérea (verde y seco), peso sistema radicular (verde y seco), peso total (verde y seco), longitud de raíces principales y número de raíces principales.

3.2.8.4 Evaluación de las plantas a la elongación del tallo. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, número de plantas, peso de la parte aérea (verde y seco), peso sistema radicular (verde y seco), peso total (verde y seco), longitud de raíces principales y número de raíces principales. La medición se realizó a los 62 días, después de siembra.

3.2.8.5 Evaluación de las plantas en embuchado. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, número de plantas, peso de la parte aérea (verde y seco), peso sistema radicular (verde y seco), peso total (verde y seco), longitud de raíces principales y número de raíces principales. Esta evaluación se realizó a los 74 días desde el momento de la siembra.

3.2.8.6 Evaluación de las plantas en antesis. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, número de plantas, peso de la parte aérea (verde y seco), peso sistema radicular (verde y seco), peso total (verde y seco), longitud de raíces principales y número de raíces principales. La medición se realizó a los 95 días después de siembra.

3.2.8.7 Evaluación de las plantas a la madurez. Las variables evaluadas fueron: largo de la espiga, número de espigas por tratamiento y peso de 100 granos.

3.2.9 Forma de evaluación de las variables en estudio.

Para la evaluación de las variables se utilizaron los siguientes procedimientos:

3.2.9.1 Número de plantas. Se contó el número de plantas en 0,5 m lineales, sorteados al azar para cada parcela.

3.2.9.2 Altura de las plantas. Se consideró como altura de planta a la distancia comprendida entre el cuello de la planta y el extremo de la hoja de mayor longitud solamente hasta la emergencia de la espiga; posteriormente, se consideró la distancia entre el cuello de la planta y el extremo de la espiga. La altura (cm) se tomó en todas las plantas que estaban presentes en 50 cm que habían sido sorteados al azar para cada una de las parcelas, obteniendo un promedio de ellas.

3.2.9.3 Peso de la parte aérea (verde y seco). En cada etapa del estudio se cortó con una tijera la parte aérea de las plantas colocándola en bolsas identificadas. Las plantas son las mismas referidas en el punto 3.2.9.2. La parte aérea se pesó en verde en una balanza digital. Luego se colocaron en una estufa de secado a una temperatura de 60 °C durante 72 horas. Pasado este tiempo se pesó dicha parte nuevamente a fin de determinar el peso seco de la parte aérea.

3.2.9.4 Peso del sistema radical (verde y seco). En cada etapa de estudio se cortó con una tijera el sistema radical de las plantas colocándolas en bolsas identificadas. Las plantas son las mismas referidas en el punto 3.2.9.2. El sistema radical se pesó en verde previo lavado y secado en una balanza de precisión. Para la determinación del peso seco radical se lavaron las raíces cuidadosamente con agua potable; luego fueron lavadas con agua destilada y posteriormente con agua desionizada y se secaron con papel absorbente. Las raíces fueron puestas en placas Petri previamente esterilizadas a temperatura de 105 °C por una hora y luego puestas en cámara húmeda por media hora. Dichas raíces fueron colocadas para su secado final en una estufa a temperatura de 105 °C por 12 horas. Pasado este tiempo las raíces se pesaron en una balanza de precisión obteniendo así su peso seco.

3.2.9.5 Materia verde y seca total. La materia verde total corresponde a la suma de los pesos verdes de la parte aérea y radical. La materia seca total corresponde a la suma de los pesos secos obtenidos de la materia seca foliar y radical.

3.2.9.6 Longitud de raíz principal. Las plantas extraídas en cada parcela fueron cuidadosamente tratadas colocándolas identificadas en bolsas y trasladadas al laboratorio. Al momento de extracción fueron lavadas y colocadas en una malla

para su posterior evaluación. Para la evaluación de la longitud de raíz principal se midió la raíz que presenta la mayor longitud del sistema radical primario.

3.2.9.7 Número de raíces predominantes distintas a la principal. Las plantas extraídas en cada parcela fueron cuidadosamente tratadas colocándolas identificadas en bolsas y trasladadas al laboratorio. Al momento de extracción fueron lavadas y colocadas en una malla para su posterior evaluación. Para la evaluación del número de raíces predominantes distinta a la principal se contabilizaron aquellas raíces que predominaban en largo por sobre las demás del sistema radicular.

3.2.9.8 Peso de 100 granos. Al momento de la cosecha se contaron 200 granos y se pesaron en una balanza de precisión para cada tratamiento y sus repeticiones.

3.2.9.9 Largo de la espiga. El largo de las espigas fue realizado por medio de la recolección de 50 espigas al azar por parcela, las cuales fueron cortadas y posteriormente llevadas al laboratorio, para ser medidas desde su nacimiento hasta su extremo distal.

3.2.9.10 Número de espigas por tratamiento. En la cosecha se cortaron y contabilizaron el número de espigas por cada tratamiento en cada una de las parcelas en estudio.

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

Cuando no se cumplió con los requisitos de normalidad los datos se transformaron a RAIZ ($X+1/2$) (LITTLE y HILLS, 1990).

Para los datos que no cumplieron con los requisitos de normalidad, a pesar de ser transformados, se realizó un análisis de estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5 % (STEEL y TORRIE, 1997).

En la Figura 3 se presenta la distribución espacial de las parcelas en un diseño completamente al azar utilizado en el estudio.

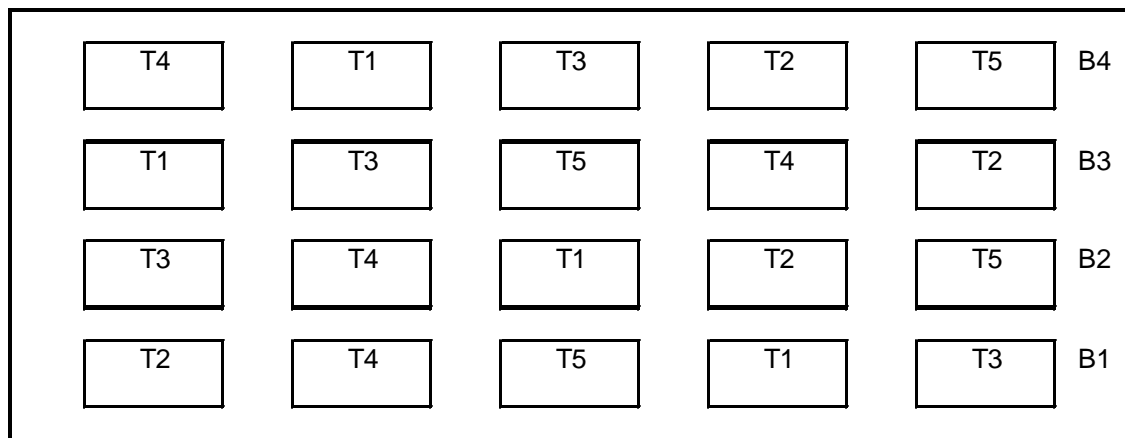


FIGURA 3 Distribución espacial de parcelas, en un diseño estadístico completamente al azar, donde T1, T2, T3, T4, T5 son las distintas densidades de gusano blanco y B1, B2, B3, B4 son los bloques.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Presentación general.

El presente estudio se fundamenta en que existen especies de escarabeidos que pueden afectar el rendimiento de praderas y cultivos en la zona sur del país y sobre los cuales no se ha medido el efecto de distintas densidades sobre los cultivos.

Entre las diversas especies que causan problemas en la agricultura *H. elegans* es una de las más importantes, se piensa constituye un problema significativo para la producción agrícola de diversas especies.

El presente trabajo trata de determinar como puede afectar *H. elegans* al trigo y el efecto sobre el cultivo de distintas densidades larvales.

4.2 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre plantas de trigo del cultivar Otto.

A continuación se entregan los resultados obtenidos en las diferentes variables evaluadas durante el estudio, los cuales fueron: emergencia de plantas, sobrevivencia de plantas, altura de plantas, materia verde aérea, radical y total, materia seca aérea, radical y total, número de raíces predominantes distintas de la principal y longitud de raíz principal.

4.2.1 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la emergencia de plantas de trigo del cultivar Otto. El Cuadro 1 presenta los resultados obtenidos para este efecto.

CUADRO 1 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la emergencia de plantas de trigo del cultivar Otto (nº de plantas en 0,5 m lineales).

DDS	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / 0,5 m lineales				
	0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
10	20,25 a	21,25 a	18,50 a	19,25 a	18,13 a
17	21,00 a	21,50 a	19,00 a	19,50 a	19,75 a

(DDS) Días Después de Siembra.

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

Observaciones realizadas 10 y 17 días posteriores a la fecha de siembra no mostraron diferencia en el número de plantas emergidas en las distintas densidades larvales estudiadas (Cuadro 1). El número de plantas se mantuvo relativamente constante entre la primera y la segunda fecha de medición, en cada una de las diferentes densidades se pudo observar un leve aumento entre los días de observación desde la siembra, lo que podría deberse a la emergencia de nuevas plántulas.

La ausencia de daño en los primeros estados fenológicos del cultivo en estudio, podría deberse a que *H. elegans* no se mueve tan superficialmente, de este modo las plantulas de trigo no se ven afectadas; no ocurre lo mismo en el establecimiento, de forrajeras, los cuales son atacados por larvas de *H. elegans* produciendo un importante daño en el establecimiento (PEZOA, 1996). Además

PAPE (2001), señala que esta especie no es atraída por las raíces de plantas de trigo, lo cual limitaría sus posibilidades de producir daño.

4.2.2 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la sobrevivencia de plantas de trigo del cultivar Otto. A continuación se presentan los resultados obtenidos para este efecto.

CUADRO 2 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la sobrevivencia de plantas de trigo del cultivar Otto (nº de plantas en 0,5 m lineales).

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / 0,5 m lineales				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
25	20	21,3 a	22,0 a	21,2 a	19,4 a	19,7 a
45	27	22,1 a	22,5 a	21,2 a	20,6 a	20,1 a
59	33	22,1 a	22,5 a	21,2 a	20,6 a	20,1 a
74	47	22,1 a	22,5 a	21,2 a	20,6 a	20,1 a
88	55	22,1 a	22,5 a	21,2 a	20,6 a	20,1 a
103	69	22,1 a	22,5 a	21,2 a	20,6 a	20,1 a
116	71	22,1 a	22,5 a	21,2 a	20,6 a	20,1 a
130	77	22,1 a	22,5 a	21,2 a	20,6 a	20,1 a

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la sobrevivencia de plantas durante el desarrollo de la investigación. El análisis estadístico de los resultados indica que no existen diferencias estadísticas significativas para los

tratamientos analizados, observándose que a partir de la segunda medición el número de plantas se mantuvo constante.

Los resultados concuerdan con el estudio realizado por FRESARD (1992), en el cual la sobrevivencia de las plantas de trigo fue escasamente afectada por larvas del tercer estadio de *H. elegans*. En México se han encontrado especies de coleópteros Melolonthinae asociados a la rizosfera de la caña de azúcar que no ocasionan daño a las raíces; también en maíz se ha detectado que con niveles de 62 larvas/m² el daño causado sería nulo (ARAGON y MORON, 2000).

Diversos autores como RITCHER (1958), han señalado que ciertas especies de rutelinos, subfamilia a la cual pertenece *H. elegans*, se alimentan de materia orgánica del suelo, con lo cual se reduce su capacidad de causar daño. Además, tal como lo señala PAPE (2001), las larvas de *H. elegans* no son atraídas hacia las raíces de plantas de trigo, por tanto, la sobrevivencia de plantas puede atribuirse entre otros factores, a que las plantas no atraen directamente a las larvas y el daño de ocurrir se debería a una acción mecánica de cortar dichas raíces al moverse en el suelo.

Atendiendo al momento de la siembra (fines del mes de julio), el desarrollo de la zona radical es menor a 5 cm de su raíz principal (Cuadro 10) y la presencia de las larvas de *H. elegans* bajo los 5 cm de suelo (FRESARD, 1992), es altamente probable que las plantas pudieron escapar del daño durante todo el mes de agosto, reduciéndose así el tiempo de exposición de las raíces a las larvas y por lo tanto una reducción en la sobrevivencia de las plantas.

4.2.3 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la altura de plantas de trigo del cultivar Otto. A continuación se presentan los resultados obtenidos durante el ensayo.

CUADRO 3 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la altura (cm) de plantas de trigo del cultivar Otto.

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
29	22	10,80 a	11,06 a	11,37 a	11,63 a	9,43 a
62	33	18,75 a	18,10 a	18,08 a	17,48 a	17,26 a
74	47	54,20 a	53,09 b	50,78 b	51,72 b	48,05 c
95	65	63,46 a	62,66 a	63,34 a	64,28 a	58,25 b

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

El análisis del Cuadro 3 muestra, que las plantas de trigo fueron afectadas en su altura por las diferentes densidades larvales utilizadas, siendo en los dos últimos muestreos la altura de plantas sometidas a la densidad larval más alta, diferente al resto de las densidades. En el tercer muestreo (74 DDS) se presentaron diferencias en la altura de las plantas sometidas a las distintas densidades de larvas y el tratamiento testigo, situación que se modifica en el estado antesis, en que las plantas sometidas a las distintas densidades larvales, excepto 400 larvas por metro cuadrado, habrían compensado las diferencias de altura.

Los resultados para altura de las plantas de trigo se asemejan a los obtenidos por FRESARD (1992), quien encontró diferencias estadísticas de altura de planta de trigo atacadas por *H. elegans*.

Los resultados expuestos se deberían a que existe un daño a nivel radical (4.2.7), que se observó en el estado de elongación del tallo el cual se expresó en la parte aérea en el estado de embuchado. Posteriormente la planta logra compensar este daño con la proliferación de raicillas, como lo indica FRESARD (1992) y como se pudo comprobar en esta investigación (Cuadro 5 y 7) y de este modo logra igualar sus alturas para la mayoría de los tratamientos, no así para el tratamiento con mayor infestación larval, el cual no lo puede lograr, quedando con una menor altura.

Este efecto de larvas de *H. elegans* sobre la altura de plantas ha sido reportado para otras especies de plantas por PEZOA (1996), quien encontró diferencias en esta variable a medida que aumentaba la densidad larval. ROJAS (1994), por su parte confirma dichas diferencias siendo las especies gramíneas las más afectadas en comparación a especies leguminosas.

4.2.4 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la materia verde aérea, radical y total de plantas de trigo del cultivar Otto. A continuación se presentan los resultados obtenidos en estas mediciones. (Cuadro 4, 5 y 6).

CUADRO 4 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la materia verde aérea (g) de plantas de trigo del cultivar Otto.

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
29	22	2,42 a	1,25 a	1,47 a	1,12 a	0,94 b
62	33	4,41 a	4,04 a	3,89 a	3,92 a	3,28 b
74	47	5,32 a	5,45 a	5,00 a	4,78 a	4,35 b
95	65	7,15 a	6,75 a	6,51 a	6,36 a	5,33 b

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

Los resultados presentados en el Cuadro 4 para materia verde aérea, muestran que existen diferencias significativas en todas las épocas, siendo los tratamientos T1, T2, T3 y T4 estadísticamente iguales para todos los estados fenológicos del cultivo, exceptuando al tratamiento 5 con un menor peso de la parte aérea.

Este menor peso seco sería producto de la alimentación larval la cual al actuar sobre las raíces produjo según RIDSDILL-SMITH (1977), un estrés hídrico en el follaje y como consecuencia del contenido de agua en las hojas, lo cual reduce el crecimiento de las plantas; este efecto sobre las raíces además podría afectar la absorción de nutrientes. En el presente ensayo esta situación solo se observó en las densidades larvales mayores probablemente debido a que su daño sobre la masa radical fue mayor (Cuadro 5).

CUADRO 5 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la materia verde radical (g) de plantas de trigo del cultivar Otto.

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
29	22	0,29 a	0,24 a	0,26 a	0,26 a	0,21 b
62	33	1,07 a	1,02 a	0,86 b	0,83 b	0,74 b
74	47	1,98 a	1,88 a	1,84 a	1,76 b	1,66 b
95	65	2,46 a	2,40 a	2,24 a	2,33 a	1,98 b

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

El análisis del Cuadro 5 indica que en lo referente a la materia verde radical se presentan diferencias estadísticas significativas para todos los estados de desarrollo del cultivo. Este efecto de las larvas de escarabeidos sobre la masa radical se hace especialmente marcado hasta la medición que correspondió a elongación del tallo (62 DDS), fase del cultivo que correspondió al período en que las larvas están activas consumiendo raíces de diversas especies (CARRILLO, 1999).

En el embuchado (74 DDS), los tratamientos con densidades larvales intermedias lograron igualar al testigo, manifestándose una clara tendencia al aumento de peso que tendría el sistema radical para compensar el daño sufrido por la larva de *H. elegans*. Estos resultados coinciden con FRESARD (1992), quien encontró un incremento de peso radical al aumentar la densidad larval debido a la proliferación de raicillas llegando incluso a niveles de mayor peso que en los tratamientos testigos utilizados para dicho estudio, situación de sobrecompensación que no ocurrió en esta investigación.

El análisis del Cuadro 6 muestra la misma tendencia obtenida para la materia verde aérea.

CUADRO 6 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la materia verde total (g) de plantas de trigo del cultivar Otto.

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
29	22	2,71 a	1,49 a	1,73 a	1,38 a	1,14 b
62	33	5,48 a	5,06 a	4,75 a	4,74 a	4,01 b
74	47	7,30 a	7,33 a	6,83 a	6,54 a	6,01 b
95	65	9,61 a	9,14 a	8,75 a	8,69 a	7,31 b

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

El daño causado por *H. elegans* queda de manifiesto en el T5, donde la densidad de larvas fue de 400 larvas/m²; se asume que una densidad larval alta, como la utilizada, puede ser muy perjudicial para el cultivo no logrando este sobreponerse al daño ocasionado, a diferencia de las densidades más bajas que pueden al finalizar su desarrollo fisiológico igualarse con plantas que no presentan daño alguno.

Según FRESARD (1992), las plantas pueden estimular el crecimiento de raíces nuevas para compensar el daño producido por las larvas al alimentarse en estas. En relación a este aspecto DAVIDSON (1979), señala que la eficiencia de raíces aumenta cuando el sistema radical de las plantas es consumido por larvas; ello ocurre al producirse una proliferación de raíces

jóvenes y por lo tanto el daño producido por las larvas no se ve reflejado en la parte aérea de la planta.

Todo esto se explica por el efecto compensatorio de las plantas que son atacadas por una plaga, las cuales pueden compensar y en algunos casos sobrecompensar el ataque de una de ellas, esta última situación no se presentó en este estudio (FRESARD, 1992).

4.2.5 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la materia seca aérea, radical y total de plantas de trigo del cultivar Otto. A continuación se presentan los resultados obtenidos en estas mediciones (Cuadro 7, 8 y 9).

CUADRO 7 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la materia seca aérea (g) de plantas de trigo del cultivar Otto.

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
29	22	0,46 a	0,37 a	0,38 a	0,37 a	0,33 b
62	33	2,36 a	1,98 a	1,44 a	1,77 a	1,04 b
74	47	3,23 a	3,05 a	2,76 a	2,82 a	1,83 b
95	65	3,26 a	3,25 a	3,10 a	3,26 a	2,77 b

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

El Cuadro 7 muestra que las larvas de *H. elegans* son capaces de afectar la materia seca aérea, presentándose diferencias significativas, en las

mediciones realizadas durante el desarrollo fenológico del cultivo. El estudio no reflejó un incremento del peso aéreo seco en plantas de trigo como lo mostrado por FRESARD (1992), pero sí muestra una clara tendencia a la disminución del peso para el tratamiento con la densidad más alta a lo largo de todo el desarrollo del cultivo.

CUADRO 8 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la materia seca radical (g) de plantas de trigo del cultivar Otto.

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
29	22	0,09 a	0,08 a	0,07 a	0,07 a	0,05 b
62	33	0,16 a	0,16 a	0,14 b	0,12 b	0,11 b
74	47	0,30 a	0,29 a	0,29 a	0,27 b	0,19 b
95	65	0,39 a	0,38 a	0,38 a	0,37 a	0,26 b

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

El análisis del Cuadro 8 indica que las diferencias para las distintas densidades larvales, expresadas en el peso seco radical, se mantienen de igual forma que las expuestas para los observados en el peso de la materia verde radical.

CUADRO 9 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la materia seca total (g) de plantas de trigo del cultivar Otto.

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
29	22	0,55 a	0,45 a	0,45 a	0,44 a	0,38 b
62	33	2,52 a	2,14 a	1,58 a	1,89 a	1,14 b
74	47	3,53 a	3,34 a	3,05 a	3,09 a	2,02 b
95	65	3,65 a	3,63 a	3,48 a	3,62 a	3,03 b

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

Los resultados analizados estadísticamente expuestos en el Cuadro 9, indican que la materia seca total muestra diferencias estadísticas en todos los estados fenológicos del cultivo analizados, concordando en todas que el T5 es el que se diferencia claramente de los demás.

Se refuerza como conclusión que a partir de los datos analizados que la planta es capaz de compensar el daño radical causado por la especie en estudio, excepto en la densidad mayor.

Estos resultados concuerdan con FRESARD (1992), quien obtuvo una diferencia significativa al aumentar el peso seco aéreo del trigo infestado por *H. elegans*, en los tratamientos con infestaciones medias, ya que el tratamiento con densidad larval mayor no fue capaz en dicho caso de incrementar lo suficientemente su peso mediante compensación, para igualarse a las plantas que presentaban densidades larvales menores.

4.2.6 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la longitud de raíz principal de plantas de trigo del cultivar Otto. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

CUADRO 10 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre la longitud de raíz principal (cm) de plantas de trigo del cultivar Otto.

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
29	22	4,10 a	3,91 a	4,67 a	4,51 a	3,50 b
62	33	7,62 a	7,45 a	7,79 a	7,13 a	5,50 b
74	47	9,85 a	10,14 a	10,88 a	9,66 a	6,78 b
95	65	11,31 a	11,01 a	11,78 a	11,52 a	7,60 b

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

El Cuadro 10 muestra los resultados de la longitud de raíz principal, en el que se puede apreciar que en todos los estados de desarrollo estudiados existen diferencias estadísticas significativas, siendo T5 el de menor longitud medida, siendo los otros iguales estadísticamente.

En términos generales se observa que a medida que avanza el desarrollo fenológico del cultivo aumenta la longitud de la raíz principal, siendo el largo de esta en los tratamientos con infestaciones menores a 400 larvas/m² iguales al tratamiento sin infestación larval.

FRESARD (1992), también encontró diferencias en esta variable, lo que indicaría que las plantas no fueron capaces de compensar esta variable y que la respuesta compensatoria puede ocurrir en las raíces secundarias, más que en el largo de la raíz principal, situación en este caso que tampoco se produjo.

4.2.7 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre el número de raíces predominantes distinta a la principal de plantas de trigo del cultivar Otto. A continuación se presentan los resultados de las mediciones realizadas.

CUADRO 11 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre el número de raíces predominantes distinta a la principal de plantas de trigo del cultivar Otto.

DDS	EDC	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
		0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
29	22	4,17 a	4,01 a	3,77 b	3,66 b	3,33 b
62	33	4,73 a	4,50 a	4,72 a	4,69 a	3,73 b
74	47	5,33 a	5,11 a	5,22 a	5,15 a	4,01 b
95	65	5,42 a	5,28 a	5,23 a	5,19 a	4,33 b

(DDS) Días Después de Siembra.

(EDC) Escala de Desarrollo de Cereales, según Zadoks, Chang y Konzac.

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

El Cuadro 11 indica que existen diferencia estadísticas significativas para este parámetro. Para la primera medición los tratamientos T1 y T2 son estadísticamente iguales como también lo son los tratamientos T3, T4 y T5 entre ellos. A partir de la segunda medición T5 es estadísticamente diferente a los demás.

El estudio demuestra que existe una diferencia estadística significativa para el número de raíces predominantes distinta a la principal, lo que indicaría de acuerdo a BROWN y GANGE (1990), que al realizarse una poda de raíces se puede producir un transporte de fotosintatos desde la parte aérea a la radical, resultando una proliferación de raíces laterales; esto puede derivar en una compensación del crecimiento de la planta, pudiendo de esta forma ser incluso beneficiosa para la planta, pero que esta iría orientada en densidades menores con la proliferación de raíces predominantes y no ocurriría cuando existiría un mayor daño.

4.3 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre algunas variables en plantas de trigo del cultivar Otto a la cosecha. A continuación se presentan los resultados de las mediciones realizadas.

CUADRO 12 Efecto de cinco densidades de *Hylamorpha elegans*, sobre algunas variables en plantas de trigo del cultivar Otto, a la cosecha.

Variables	Densidad larval de <i>H. elegans</i> / m ²				
	0 (T1)	50 (T2)	100 (T3)	200 (T4)	400 (T5)
Nº espiga/tratamiento	365 a	358 a	292 a	313 a	245 b
Largo espiga (cm)	8,56 a	8,37 a	7,17 b	7,22 b	6,86 b
Peso 100 granos (g)	5,17 a	5,32 a	4,20 a	4,17 a	3,19 b

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

En el Cuadro 12 se indican las variables evaluadas (número espiga/tratamiento, largo espiga y peso 100 granos) al momento de la cosecha;

no se determinó el número de granos por espiga y el rendimiento del grano, debido a que parte de las parcelas sufrió daño de aves, el cual pudo afectar los resultados de ambas evaluaciones.

De las variables evaluadas al momento de la cosecha, el más afectado correspondió al largo de la espiga; esta variable está estrechamente relacionado con el número de granos por espiga y con el rendimiento (HSU y WALTON, 1971 y BARRIGA, 1974).

Debido a que la variables número de granos por espiga se origina primariamente entre la finalización de macolla e inicios de encañado (ROUANET, 1987 y BARRIGA y PIHAN, 1980) era esperable que este pudiera verse afectado, pues las plantas presentaron un mayor daño en el período de macolla a elongación de tallo, con densidades larvales de 100 o más larvas/m².

El peso del grano fue afectado solo por la densidad mayor de larvas, esto se debería a que este componente es el último en determinarse (BARRIGA y PIHAN, 1980) y la planta sería capaz de compensar antes el daño. Esta variable está estrechamente relacionada con la capacidad de la planta para fotosintetizar, la cual a su vez se relaciona con la producción de carbohidratos durante los procesos fotosintéticos de las áreas ubicadas sobre el nudo de la hoja bandera (BARRIGA *et al.*, 1981), las cuales en ese estado de la planta habían sido compensadas (Cuadro 7 y 8).

Como en este ensayo las plantas habían compensado el daño ocasionado en la masa foliar por las larvas de escarabeidos en el momento de la espigadura (Cuadro 4), excepto en el T5, era posible de esperar que esto pudiera expresarse en un menor peso de los granos, solo en ese tratamiento.

El número de espigas por superficie también fue afectado en el tratamiento con 400 larvas/m², considerando que es el componente de

rendimiento primeramente formado, era altamente esperable que fuera afectado. Sin embargo, el hecho de que no se hayan observado diferencias hasta encañado en el número de plantas, hace difícil dar una explicación a la situación que se presentó.

Los resultados obtenidos muestran que las plantas fueron capaces de compensar solamente hasta 200 larvas/m² de *H. elegans* las variables número de espigas y peso del grano. El largo de la espiga en cambio fue afectado por densidades de 100 larvas de *H. elegans* y superiores. Estos valores son mayores a la densidad crítica de 30 larvas/m², señalada por RAMILA (1962).

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizo el ensayo, se puede concluir lo siguiente.

Siembras de trigo realizadas a partir de la última semana de julio se ven afectadas en su rendimiento por densidades de 400 larvas/m² de *Hylamorpha elegans*.

Las larvas de tercer estadio de *Hylamorpha elegans* no afectaron el establecimiento y sobrevivencia de las plantas de trigo.

Las plantas fueron capaces de compensar en estados mas avanzados (embuchado, antesis) el daño producido por larvas de tercer estadio de *Hylamorpha elegans* durante la macolla y elongación del tallo en la masa radical y aérea en densidades de 50, 100 y 200 larvas/m², densidades de 400 larvas por metro cuadrado no pudieron ser compensadas.

Los componentes de rendimiento: peso del grano y número de espigas por superficie, fueron afectadas por densidades de 400 larvas/m² de tercer estadio de *Hylamorpha elegans*.

El largo de la espiga fue afectado por densidades larvales de 100 larvas/m² y superiores.

6. RESUMEN

Durante el año agrícola 1999 y 2000, en la Estación Experimental Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile se realizó una investigación para determinar el efecto de diferentes densidades larvales de tercer estadio de *Hylamorpha elegans* sobre plantas de trigo (cultivar Otto) en una siembra realizada a fines de julio.

Se realizó la investigación usando un diseño de parcelas al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las distintas densidades de *H. elegans* fueron de 0, 50, 100, 200 y 400 larvas/m² distribuidas en parcelas de 2 m² rodeadas de planchas de hojalata que evitaban el ingreso y salida de las larvas. La época de siembra correspondió al 26 y 27 de julio de 1999, encontrándose diferencias significativas en el rendimiento y en los diferentes parámetros medidos (altura de plantas, peso verde parte aérea, peso verde radical, peso verde total, peso seco aéreo, peso seco radical, peso seco total, longitud raíz principal, número raíces predominantes distinta a la principal, largo de la espiga y peso de los 100 granos a la cosecha) para las distintas densidades larvales, no afectando la emergencia y sobrevivencia de plantas de trigo.

La ausencia de daño en plantas de trigo se vio reflejada en densidades larvales de hasta 200 larvas por metro cuadrado, las que fueron capaces de compensar el daño ocasionado, densidades sobre las 400 larvas/m² no fueron capaces de compensar el daño.

SUMMARY

During 1999-2000 season, in the Santa Rosa Experimental Station, belonging to the Universidad Austral de Chile, a research was carried out in order to determine the effect of several larval densities of third instar larva of *Hylamorpha elegans* on plants of wheat (cultivar Otto) in a sowing carried out in late July.

The research was conducted using a random statistical design with five treatments and four repeats. Different densities of white grubs were: 0, 50, 100, 200 and 400 larvae/m², distributed in 2 m², surrounded by a tin that avoided the entrance and exit of the larvae. The sowing time corresponded to July 26th and 27th of 1999. Significant differences were found in yield and in several measured parameters (plant height, aerial fresh and dry matter, root fresh and dry matter, total fresh and dry matter, main root length, number of predominant roots other than the main, spike length and weight of 100 grains at the harvest) for the different larval densities. Larvae did not affect the emergency and survival of wheat plants.

The absence of damage in wheat plants was reflected in larval densities up to 200 larvae/m², where the plants were able to compensate the damage. Plants with densities over 400 larvae/m² were not able to compensate the damage.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA, A. 1992. Plagas subterráneas en Chile. Anais Reuniao sobre Plagas subterraneas dos paises do cone sul. EMBRAPA/CNPMS (Sete Lagoas, MG Brasil) 194 p.
- ARAGON, A. y MORON, M. 2000. Los coleópteros Melolonthine asociados a la rizosfera de la caña de azúcar en Chietla. Folia Entomológica Mexicana. 108: 79-94.
- BARRIGA, P. 1974. Análisis de causa y efecto para rendimiento y componentes del rendimiento en trigo de primavera. Agro Sur (Chile) 2 (1): 1-5.
- BARRIGA, P. y PIHAN, R. 1980. Análisis de las áreas fotosintéticas en su contribución al rendimiento en trigo de primavera. Agro Sur (Chile) 8 (2): 66-73.
- BARRIGA, P.; CARRILLO, B.; FUENTES, R. y FUENTEALBA, J. 1981. Eficiencia fotosintética y su relación con el rendimiento en triticales y trigo. Agro Sur (Chile) 9 (1): 28-33.
- BROWN, V. y GANGE, A. 1990. Insect Herbivory Below Ground. Advances in Ecological Research (Inglaterra) 20: 1-57.

- CARRILLO, R. 1986. Plagas en praderas. In Latrille, L. (ed.) Producción de forraje. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. pp: 76-94.
- CARRILLO, R. 1987. Plagas insectiles del trigo y su control. In: Aspectos tecnológicos y económicos en la producción de trigo. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. pp: 111-147.
- CARRILLO, R. 1999. Apuntes de asignatura Manejo de Praderas. Manejo de Praderas Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. 14 p.
- CAPDEVILLE, C. 1945. Plagas de la agricultura en Chile. Valparaíso, Chile. Pacífico. 357 p.
- CISTERNAS, E. y CARRILLO, R. 1989. Ciclo estacional de *Schizochelus serratus* Phil. (Coleoptera: Scarabeidae). Revista Chilena de Entomología. 17: 61-63.
- CISTERNAS, E.; CARRILLO, R. y VILLAGRA, R. 1999. Curvas y dinámica de capturas estacionales de *Hylamorpha elegans* Burm., (Coleóptera: Scarabaeidae) período 87-99, en Osorno. Resúmenes XXI Congreso Nacional de Entomología. Arica Chile, 3 al 5 de Noviembre de 1999. 33 p.
- DARLONG, V. y ALFRED, J. 1982. Differences in arthropod population structure in soil forest and Jhum sites of North-East India. Pedobiología (Alemania) 23: 112-119.

- 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.
- DAVIDSON, R. 1979. Effects of root feeding on foliage yield. In: Crosby, T.; Pottinger, R. (eds.) *Proceedings of the 2nd. Australasian Conference on Grassland. Invertebrate Ecology.* Wellington. Government Prenter, pp: 117-120.
- DURAN, L. 1952. Aspectos ecológicos de la biología del San Juan Verde, *Hylamorpha elegans* (Burm.) y mención de las demás especies de escarabeidos perjudiciales en Cautín. *Agricultura Técnica* (Chile), 12(1): 24-36.
- DURAN, L. 1954. La biología de *Phytoloemma hermanni* Germ. y mención de otros escarabeidos perjudiciales a la agricultura de las provincias australes de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 54 (1): 5-20.
- DURAN, L. 1976. Problemas de la entomología agrícola en el Chile Austral. *Agro Sur* (Chile) 4 (2): 119-127.
- ETCHEVERRY, M. y HERRERA, J. 1972. Curso teórico-práctico de entomología. Chile. Universitaria. 385 p.
- FRESARD, M. E. 1992. Aspectos biológicos de *Hylamorpha elegans* Burmeister 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* (Coleóptera: Scarabaeidae). Tesis Lic. Agr., Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 111 p.
- GONZALEZ, R. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Santiago de Chile. Ograma. 310 p.
- HAYES, W. 1929. Morphology, taxonomy and biology of larvae Scarabeoidea. Illinois, Biological Monographs (USA) 12: 1-125.
- HSU, P. y WALTON, P.D. 1971. Relationships between yield and its components and structures above flag leaf node in spring wheat. Crop Science. (USA) 11: 190-193.
- JOBET, C. 1987. Reconozca el estado de crecimiento de su sementera de trigo. Investigación y Progreso Agropecuario. Estación Experimental Carillanca (Chile) 4: 12-15.
- KAIN, W. y ATKINSON, D. 1977. Development of resistant pasture and methods of grass grub (*Costelytra zealandica* White) control. New Zealand Journal of Agricultural Research 20: 507-517.
- KING, A. y SAUNDERS, J. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero, Londres. 182 p.
- LITTLE, T y HILLS, J. 1990. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Trillas. 270 p.

- MAELZER, D. 1961. The effect of the 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. 1971. Vertical migrations of wireworms (Coleóptera: Elateridae) in cultivated land of Smolenk region. Pedobiologia (Alemania) 11: 46-57.
- NADVORNIJ, V. 1983. Vertical migrations and life activity of the soil mesofauna in the control part of Ukranian forest steppe. Pedobiologia (Alemania) 25: 49-64.
- NISSEN, J. 1974. Estudios agroecológicos del predio experimental Santa Rosa. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencia Agrarias, Instituto de Suelos, Valdivia. 46 p.
- NORAMBUENA, H. y AGUILERA, A. 1988. Plagas de las praderas. In: Ruiz, I. (ed.) Praderas para Chile. Santiago, Chile. Alfabeta. pp 223-251.
- OLALQUIAGA, G. 1961. Plagas de forrajeras en Chile: Planos de infestación y control. Agricultura Técnica (Chile) 21: 108-118.
- OLALQUIAGA, G. y CORTES, R. 1952. Insectos que atacan el cultivo de trigo en Chile. Simiente (Chile) 22 (1-2): 101-111.
- PAPE, H. 2001. Respuesta de larvas de dos escarabeidos nativos a plantas cultivadas. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencia Agrarias. 59 p.

- PASTRANA, J. 1957. Los insectos del suelo, su importancia y métodos de lucha. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 164 (3-4): 70-87.
- PEZOA, S. A. 1996. Relaciones entre el establecimiento de especies pratenses y distintas densidades larvales de *Hylamorpha elegans* (Burmeister) y *Phytoloemma hermanni* Germain. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 114 p.
- RADCLIFFE, J. 1971. Effect of grass grub (*Costelytra zealandica* (White)) larvae on pasture plants. IV. Effect of grass grubs on perennial and white clover. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 14: 625-632.
- RAMILA, J. 1962. Control químico de gusanos blancos, gusano alambre y otros insectos del suelo que atacan el cultivo de trigo. Tesis Ing. Agr. Santiago. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 43 p.
- REGNIERE, J.; RABB, R. y STINNER, R. 1981. *Popillia japonica*: Simulation of temperature-dependent development of the inmatures and prediction of adult emergence. *Environmental Entomology (USA)* 10(3): 290-296.
- RIDSDILL SMITH, T. 1975. Selection of living grass roots in the soil by larvae of *Sericesthis nigrolineata* (Coleóptera: 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. Effect of temperature and development stage of feeding by larvae of *Sericesthis*

nigrolineata (Coleóptera: Scarabaeidae). Entomologia Experimentalis et Applicata (Holanda) 18: 244-254.

RITCHER, P. 1958. Biology of Scarabaeidae. Annual Review of Entomology (USA) 3: 311-334.

RIVERA, M. 1904. Biología de dos coleópteros chilenos cuyas larvas atacan el trigo. Revista Chilena de Historia Natural (Chile) 8 (6): 241-254.

ROJAS, E. 1994. Estudio de las relaciones entre diferentes densidades larvales de escarabeidos y diferentes especies pratenses. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 135 p.

ROTHMANN, S. 1994. Evaluación de competencia entre larvas de dos escarabeidos nativos. Tesis Lic. Agr., Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 64 p.

ROUANET, J. 1987. Ecofisiología del cultivo del trigo. In Aspectos tecnológicos y económicos de la producción de trigo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. pp 6-41.

RUIZ, I. 1996. Praderas para Chile. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigación Agropecuarias. Santiago, Chile. 735 p.

SHELL CHILE S.A. 1966. Plagas de las empastadas. Boletín Agrícola Shell (Chile). 25 (2): 10-14.

STEEL, R. y TORRIE, J. 1997. Bioestadística: principios y procedimientos. México, Mc Graw-Hill. 621 p.

VILLIANI, M. y WRIGHT, R. 1990. Environmental influences on soil macroarthropod behavior in agricultural systems. *Annual Review of Entomology (USA)* 35: 249-269.

ANEXOS

ANEXO 1 Análisis de varianza para emergencia, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	78,7	4	19,675	0,32	0,8622
Repeticiones	53,75	3	17,9167	0,29	0,8337
Error	748,5	12	62,375		
Total	880,95	19			

ANEXO 2 Análisis de varianza para emergencia, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	95,8	4	23,95	0,47	0,7552
Repeticiones	116,55	3	38,85	0,77	0,5344
Error	608,2	12	50,6833		
Total	820,55	19			

ANEXO 3 Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	167,5	4	41,3	0,89	0,7976
Repeticiones	87,65	3	28,6532	0,54	0,5953
Error	658,7	12	54,6532		
Total	913,85	19			

ANEXO 4 Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	174,9	4	43,72	0,83	0,7547
Repeticiones	84,98	3	28,32	0,51	0,5682
Error	621,6	12	51,8		
Total	881,48	19			

ANEXO 5 Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	108,93	4	27,2457	1,75	0,2044
Repeticiones	91,3695	3	30,4565	1,95	0,1750
Error	187,173	12	15,5978		
Total	387,525	19			

ANEXO 6 Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	113,07	4	28,268	2,03	0,1534
Repeticiones	11,788	3	3,9293	0,28	0,8369
Error	166,77	12	13,8981		
Total	291,64	19			

ANEXO 7 Análisis de varianza para supervivencia, medición 5

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	133,7	4	33,425	0,54	0,7069
Repeticiones	154,0	3	51,333	0,84	0,5000
Error	737,5	12	61,4583		
Total	1025,2	19			

ANEXO 8 Análisis de varianza para supervivencia, medición 6

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	119,2	4	29,8	0,55	0,7043
Repeticiones	128,95	3	42,983	0,79	0,5224
Error	652,8	12	54,4		
Total	900,95	19			

ANEXO 9 Análisis de varianza para supervivencia, medición 7

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	116,3	4	29,075	0,53	0,7161
Repeticiones	127,4	3	42,4667	0,77	0,5304
Error	658,1	12	54,8417		
Total	901,8	19			

ANEXO 10 Análisis de varianza para sobrevivencia, medición 8

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	116,3	4	29,075	0,53	0,7161
Repeticiones	127,4	3	42,4667	0,77	0,5304
Error	658,1	12	54,8417		
Total	901,8	19			

ANEXO 11 Análisis de varianza para altura de plantas, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	3,035	4	0,75875	0,81	0,5446
Repeticiones	6,898	3	2,29933	2,44	0,1146
Error	11,297	12	0,941417		
Total	21,23	19			

ANEXO 12 Análisis de varianza para altura de plantas, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	11,8067	4	2,95167	0,98	0,4524
Repeticiones	20,4287	3	6,80958	2,27	0,1325
Error	35,9862	12	2,99885		
Total	68,2216	19			

ANEXO 13 Análisis de varianza para altura de plantas, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	89,0896	4	22,2724	11,97	0,0465
Repeticiones	5,72097	3	1,90699	1,02	0,4162
Error	22,3343	12	1,86119		
Total	117,145	19			

ANEXO 14 Análisis de varianza para altura de plantas, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	85,8434	4	21,46	12,1	0,0477
Repeticiones	6,6156	3	1,76	1,02	0,5643
Error	42,7652	12	1,98		
Total	135,2242	19			

ANEXO 15 Análisis de varianza para materia verde aérea, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	2,66887	4	0,667218	8,99	0,0013
Repeticiones	0,104455	3	0,034818	0,47	0,7093
Error	0,89057	12	0,074214		
Total	3,6639	19			

ANEXO 16 Análisis de varianza para materia verde aérea, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	4,10303	4	1,02576	13,51	0,002
Repeticiones	0,41826	3	0,13942	1,84	0,1943
Error	0,91129	12	0,0759408		
Total	5,43258	19			

ANEXO 17 Análisis de varianza para materia verde aérea, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	1,08102	4	0,270255	0,74	0,5832
Repeticiones	2,36624	3	0,788747	2,16	0,1463
Error	4,38846	12	0,365705		
Total	7,83572	19			

ANEXO 18 Análisis de varianza para materia verde aérea, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	1,43423	4	0,358558	0,45	0,7705
Repeticiones	2,245	3	0,748333	0,94	0,4518
Error	9,55605	12	0,796337		
Total	13,2353	19			

ANEXO 19 Análisis de varianza para materia verde radical, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	3,3575	4	0,839376	11,05	0,005
Repeticiones	0,0182448	3	0,00608158	0,08	0,9696
Error	0,911278	12	0,0759399		
Total	4,28703	19			

ANEXO 20 Análisis de varianza para materia verde radical, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,31177	4	0,0779425	10,34	0,007
Repeticiones	0,01682	3	0,00560667	0,74	0,5462
Error	0,09043	12	0,00753583		
Total	0,41902	19			

ANEXO 21 Análisis de varianza para materia verde radical, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,26567	4	0,0664175	5,02	0,0131
Repeticiones	0,021735	3	0,007245	0,55	0,6594
Error	0,15889	12	0,0132408		
Total	0,446295	19			

ANEXO 22 Análisis de varianza para materia verde radical, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,22648	4	0,05662	3,46	0,0421
Repeticiones	0,11788	3	0,0392933	2,40	0,1183
Error	0,19612	12	0,0163433		
Total	0,54048	19			

ANEXO 23 Análisis de varianza para materia verde total, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	3,12641	4	0,781603	5,74	0,0001
Repeticiones	0,05523	3	0,01841	0,13	0,5995
Error	1,63269	12	0,1360575		
Total	4,81433	19			

ANEXO 24 Análisis de varianza para materia verde total, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	4,62363	4	1,15591	12,89	0,0003
Repeticiones	0,066175	3	0,0220583	0,25	0,8626
Error	1,07585	12	0,0896542		
Total	5,76566	19			

ANEXO 25 Análisis de varianza para materia verde total, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	5,65648	4	1,41412	10,07	0,0008
Repeticiones	0,60068	3	0,200227	1,43	0,2837
Error	1,68532	12	0,140443		
Total	7,94248	19			

ANEXO 26 Análisis de varianza para materia verde total, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	6,43235	4	1,65437	11,18	0,0008
Repeticiones	0,76738	3	0,25579	1,739	0,2769
Error	1,76489	12	0,147086		
Total	8,96462	19			

ANEXO 27 Análisis de varianza para materia seca aérea, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,03207	4	0,0080175	8,32	0,0019
Repeticiones	0,00298	3	0,0009933	1,03	0,4139
Error	0,01157	12	0,0009641		
Total	0,04662	19			

ANEXO 28 Análisis de varianza para materia seca aérea, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,04283	4	0,0093749	8,43	0,0019
Repeticiones	0,00345	3	0,0009956	1,03	0,4156
Error	0,02463	12	0,0009523		
Total	0,07091	19			

ANEXO 29 Análisis de varianza para materia seca aérea, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,05673	4	0,0123893	8,65	0,0022
Repeticiones	0,00432	3	0,0012344	1,04	0,4782
Error	0,03248	12	0,0013456		
Total	0,09053	19			

ANEXO 30 Análisis de varianza para materia seca aérea, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,05673	4	0,0123893	8,65	0,0022
Repeticiones	0,00432	3	0,0012344	1,04	0,4782
Error	0,03284	12	0,0013456		
Total	0,09053	19			

ANEXO 31 Análisis de varianza para materia seca radical, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,00343	4	0,0008575	4,00	0,0274
Repeticiones	0,00138	3	0,00046	2,15	0,1474
Error	0,00257	12	0,000214167		
Total	0,00738	19			

ANEXO 32 Análisis de varianza para materia seca radical, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,00465	4	0,0016274	5,12	0,0104
Repeticiones	0,000689	3	0,000327	0,89	0,4673
Error	0,00322	12	0,000263648		
Total	0,008559	19			

ANEXO 33 Análisis de varianza para materia seca radical, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,00587	4	0,0014675	5,35	0,0104
Repeticiones	0,000735	3	0,000245	0,89	0,4725
Error	0,00329	12	0,000274167		
Total	0,009895	19			

ANEXO 34 Análisis de varianza para materia seca radical, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,00733	4	0,0018325	6,85	0,0288
Repeticiones	0,00287	3	0,00092	3,439	0,1567
Error	0,00321	12	0,0002675		
Total	0,01341	19			

ANEXO 35 Análisis de varianza para materia seca total, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,05247	4	0,0131175	17,32	0,002
Repeticiones	0,00536	3	0,00178667	2,36	0,1230
Error	0,00909	12	0,0007575		
Total	0,06692	19			

ANEXO 36 Análisis de varianza para materia seca total, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,06453	4	0,0161325	17,32	0,002
Repeticiones	0,00634	3	0,00211	2,36	0,1234
Error	0,00999	12	0,0008325		
Total	0,08086	19			

ANEXO 37 Análisis de varianza para materia seca total, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,06778	4	0,0153222	18,22	0,0028
Repeticiones	0,00755	3	0,0018655	3,36	0,1309
Error	0,01055	12	0,0008655		
Total	0,08588	19			

ANEXO 38 Análisis de varianza para materia seca total, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,06453	4	0,0161325	17,32	0,002
Repeticiones	0,00634	3	0,00211	2,36	0,1234
Error	0,00999	12	0,0008325		
Total	0,08086	19			

ANEXO 39 Análisis de varianza para longitud de raíz principal, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	12,3648	4	3,0912	4,62	0,0128
Repeticiones	1,45387	3	0,4846	0,7257	0,5237
Error	8,01276	12	0,66773		
Total	21,83143	19			

ANEXO 40 Análisis de varianza para longitud de raíz principal, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	13,7383	4	3,43458	5,04	0,0129
Repeticiones	1,55503	3	0,516765	0,76	0,5389
Error	8,18153	12	0,681794		
Total	23,4702	19			

ANEXO 41 Análisis de varianza para longitud de raíz principal, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	14,2344	4	3,5586	4,629	0,0231
Repeticiones	1,78348	3	0,5944	0,77	0,6634
Error	9,22347	12	0,76862		
Total	25,24135	19			

ANEXO 42 Análisis de varianza para longitud de raíz principal, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	16,3422	4	4,08555	5,01	0,0291
Repeticiones	1,83493	3	0,61164	0,75	0,7787
Error	9,78376	12	0,81531		
Total	27,96089	19			

ANEXO 43 Análisis de varianza para número de raíces predominantes distinta a la principal, medición 1

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,8584	4	0,2146	5,69	0,0083
Repeticiones	0,126615	3	0,042205	1,12	0,3799
Error	0,45256	12	0,0377133		
Total	1,43757	19			

ANEXO 44 Análisis de varianza para número de raíces predominantes distinta a la principal, medición 2

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	0,9835	4	0,24587	5,20	0,0083
Repeticiones	0,15462	3	0,05154	1,09	0,3796
Error	0,56656	12	0,047213		
Total	1,70468	19			

ANEXO 45 Análisis de varianza para número de raíces predominantes distinta a la principal, medición 3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	1,19017	4	0,297543	5,66	0,0085
Repeticiones	0,17884	3	0,0596133	1,13	0,3744
Error	0,63071	12	0,0525592		
Total	1,99972	19			

ANEXO 46 Análisis de varianza para número de raíces predominantes distinta a la principal, medición 4

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Tratamientos	1,26863	4	0,31715	5,91	0,0087
Repeticiones	0,18936	3	0,06312	1,17	0,4101
Error	0,64375	12	0,053645		
Total	2,10174	19			

ANEXO 47 Análisis de varianza para número de espigas en plantas de trigo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Epoca	3,9312	1	3,9312	9,910	0,4497
Tratamientos	1,1	8	0,1375	0,3466	0,7757
Error	11,9	30	0,3966		
Total	16,9312	39			

ANEXO 48 Análisis de varianza para largo espiga en plantas de trigo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Epoca	8,457000	1	8,4570	8,5223	0,04561
Tratamientos	3,3	8	0,4125	0,4156	0,68478
Error	29,77	30	0,99233		
Total	41,527	39			

ANEXO 49 Análisis de varianza para peso de 100 granos en plantas de trigo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor
Epoca	0,10000	1	0,10000	0,3529	0,036597
Tratamientos	1,5	8	0,1875	0,6618	0,023567
Error	8,5	30	0,2833		
Total	10,1	39			

ANEXO 50 Estados de crecimiento escala Zadoks, Chang y Konzak.

Valor en escala	Estado de desarrollo específico	Estado de desarrollo general
00	Semilla seca	
01-02	Comienzo imbibición	
03-04	Imbibición completa	
05	Radícula (raíz) emergida de la semilla	Germinación
07-08	Coleoptilo (brote) emergido desde la semilla	
09	Hoja en la punta del coleoptilo	
10	Primera hoja a través del coleoptilo	
11	Primera hoja desplegada	Emergencia
12-19	Dos a nueve, o más hojas desplegadas	
20	Solamente eje principal	
21	Eje principal y una macolla	Macollaje
22-29	Eje principal y 2 a 9 o más macollas	
30	Erección del seudotallo	
31	Primer nudo detectable	
32-36	Segundo al quinto nudo detectable	Elongación Tallo
37-38	Hoja bandera apenas visible	
39	Lígula de hoja bandera visible	
40-42	Expansión de la bota	
43-48	Desarrollo de la bota	Embuche
49	Primeras barbas visibles	

(Continúa)

Continuación Anexo 50

Valor en escala	Estado de desarrollo específico	Estado de desarrollo general
50-51	Primeras espiguillas apenas visibles	
52-58	Desarrollo de espigadura	Espigadura
59	Espiga completamente emergida	
60-69	Desarrollo de antesis	Antesis
70-79	Grano acuoso-lechoso	Desarrollo Lechoso
80-89	Grano harinoso a semiduro	Desarrollo Harinoso
90-92	Grano duro	Madurez
93-99	Sobre madurez	

FUENTE: JOBET (1987).