Índice de daño de gorgojos y rendimiento de forraje en poblaciones de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con alto número de raíces laterales

ODORIZZI, A.[1]; AROLFO, V.[1]; BASIGALUP, D.[1]

RESUMEN

Obtener poblaciones de alfalfa (*Medicago sativa* L.) que posean un sistema radicular ramificado o con alto número de raíces laterales, puede ser importante para atenuar los daños causados por las larvas de gorgojos. En el programa de mejoramiento de alfalfa del INTA Manfredi se desarrollaron varias poblaciones experimentales de diferente grado de reposo invernal obtenidas por selección fenotípica recurrente por alto número de raíces laterales o sistema radicular ramificado, dos de las cuales fueron utilizadas en este estudio. Los ensayos de evaluación fueron sembrados en 2008 en la Estación Experimental Agropecuaria (E.E.A.) del INTA en Manfredi (Córdoba, Argentina). Los caracteres evaluados fueron: biomasa de forraje (B) durante las temporadas de corte 2008/2009 y 2009/2010 y categoría (Cat) de daño de gorgojos (de 1 = sin daño a 5 = daño muy severo). Se construyó un índice de daño de gorgojos (IDG). El rendimiento de biomasa aérea de la SIMA 614 no difirió estadísticamente del rendimiento de los testigos sin reposo invernal ProINTA Mora y ProINTA Súper Monarca, los cuales fueron desarrollados en base a un alto potencial de producción forrajera como principal criterio de selección. Por su parte, la SIMA 545 (si bien en un menor escalón de rendimiento que los anteriores) tampoco difirió del testigo ProINTA Patricia. El rango de IDG (3.18 a 3.80) indica que el complejo de gorgojos ocasionó daños altos en todos los materiales, sin haberse detectado diferencias entre ellos. En ese contexto, las SIMAs 545 y 614 ocuparon respectivamente el segundo y el tercer lugar en el ranking de severidad de daño, muy cerca de ProINTA Súper Monarca, la más afectada por la plaga. En todos los materiales, la categoría 4 (daño severo) fue la más frecuente. Al igual que con el IDG, las SIMAs 545 y 614 y el testigo ProINTA Súper Monarca exhibieron la mayor cantidad de plantas con daños muy severos (Cat 5) y, complementariamente, las menores frecuencias de plantas sin daño (Cat 1) y daño leve (Cat 2). A pesar de ello, tanto ProINTA Súper Monarca como las SIMAs 545 y 614, se ubicaron entre los materiales de más rendimiento de forraje. Se infiere que estas tres poblaciones poseen niveles considerables de tolerancia al daño de las larvas de gorgojos.

Palabras clave: Medicago sativa, alfalfa, gorgojo.

ABSTRACT

In the genetic improvement of alfalfa (Medicago sativa L.), those genotypes selected for branched root system or high number of lateral roots may be important to reduce the damage caused by the root curculio complex in Argentina. The alfalfa breeding program at INTA Manfredi developed several experimental populations with different fall dormancy obtained by phenotypic recurrent selection for high number of lateral roots or branched root system, two of which were used in this study. The evaluation trials were planted in 2008 in the EEA Manfredi - INTA (Cordoba, Argentina). The evaluated traits were curculio damage (Categories (Cat) 1 =

[1]INTA – EEA Manfredi. Ruta Nac. Nº 9 km. 636, 5988 Manfredi, Córdoba, Argentina.
Correo electrónico: aodorizzi@manfredi.inta.gov.ar

Recibido el 30 de agosto de 2013 // Aceptado el 29 de agosto de 2014 // Publicado online en 24 de diciembre de 2014

no damage to 5 = very severe damage), dry matter yield (B) during cutting season 2008/2009 and 2009/2010 and 2009/2010 and curculio damage index (IDG). The forage yield of SIMA 614 did not differ statistically from the non dormant checks ProINTA Super Monarca and ProINTA Mora, both developed based on a high potential for forage production as the main selection criteria. Meanwhile, the SIMA 545 although not differed from ProINTA Patricia. The IDG range (3.18 to 3.80) indicates that the curculio complex caused high damage in all materials, without being detected differences. In this context, SIMAs 545 and 614 respectively occupied the second and third place in the ranking of severity, close to ProINTA Super Monarca, the most affected by the plague. In all materials, the category 4 (severe damage) was the most frequent. As with the IDG, the SIMAs 545 and 614 and ProINTA Super Monarca exhibited the greatest number of plants with severe damage (Cat 5) and additionally, the lower frequencies of undamaged plants (Cat 1) and slight damage (Cat 2). ProINTA Super Monarca and SIMAs 545 and 614, despite having recorded the highest IDG and the highest frequency of plants in Cat 5, were the materials most forage yield productive. In this context, might infer that these populations have significant levels of damage tolerance to the larvae curculio complex.

Keywords: *Medicago sativa, alfalfa, curculio.*

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de lotes productivos de alfalfa (*Medicago sativa L.*) implica, entre otras cuestiones, la prevención y el control de organismos dañinos (Sulc y Rodes, 1997), tanto enfermedades como muchas especies de insectos. El complejo de gorgojos de la alfalfa (Colepotera: *Curculionidae*) tiene una muy amplia difusión en los alfalfares de todo el país, aunque las mayores poblaciones ocurren en las zonas subhúmeda y semiárida de la región pampeana (Brewer y Varas, 1975). El complejo incluye más de 20 especies, en su mayoría pertenecientes a los géneros *Pantomorus (P. leucoloma* Boh.; *P. auripes* Hust.; *P. verecundus* Hust.; *P. viridisquamosus* Boh; etc.) *y Naupactus (N. cinereidorsum* Hust.*),* a los que se agregan *Priocyphus bosqui* Hust. y *Trychonaupactus densius* Hust. (Aragón e Imwinkelried, 2007). El daño que estos insectos provocan a las raíces de la alfalfa disminuye la productividad y la persistencia del cultivo (Imwinkelried *et al*., 1992). La mayor acción destructiva se debe a las larvas, que provocan galerías y perforaciones en las raíces, tanto en la principal como en las secundarias. En muchos casos, cuando las larvas alcanzan su mayor desarrollo, pueden cortar la raíz a una profundidad no muy alejada de la superficie. Las consecuencias de tales daños pueden ser fatales durante la implantación del cultivo, cuando la alfalfa está al estado de plántula o de planta joven, ya que las lesiones a la raíz principal pueden provocar la destrucción de ese sistema radical incipiente (Parodi, 1964). Usualmente, daños moderados o leves no inciden en forma significativa en los rendimientos del alfalfar, a menos que se produzca una situación de sequía en la que las plantas con mayor incidencia de daño pueden secarse. Por otro lado, las heridas provocadas en las raíces son vía de entrada para una gran diversidad de hongos patógenos, como *Fusarium spp*. y *Phoma spp*., que amplían el área radicular dañada y reducen su capacidad de absorción y conducción de nutrientes.

El manejo del complejo de gorgojos constituye uno de los mayores desafíos para el control de plagas, dados su hábito de alimentación polífago y los distintos picos poblacionales a lo largo del año de las especies que lo integran (Harcourt *et al*., 1986). Los métodos de control cultural, como la rotación de cultivos y el control biológico a través de enemigos naturales, pueden constituir herramientas importantes para disminuir las poblaciones de gorgojos. El control de larvas por medio de insecticidas es muy difícil y poco práctico, ya que los estadios preimaginales y los huevos se hallan enterrados en el suelo, protegidos entre los terrones o cubiertos con diferentes sustancias. No existen métodos de control eficientes de larvas y pueden registrarse daños aún cuando la semilla sea tratada con insecticidas (Gassen, 1996). La ausencia de fuentes de resistencia genética y de adecuados protocolos de selección invalida el empleo de métodos tradicionales de mejoramiento, haciendo que no haya antecedentes de variedades resistentes (Todd, 1968; De Durana, 1981; Bariggi *et al*., 1986; Basigalup e Hijano, 1995).

Una posible forma de atenuar sus daños sería contar con genotipos que posean un sistema radical ramificado o con alto número de raíces laterales, como forma de ofrecer mayores porciones de tejido radical que puedan escapar al ataque de los gorgojos. Otra forma sería disponer de plantas capaces de regenerar sus raíces cuando éstas son cortadas o destruidas por la plaga.

Desde hace algunos años, la E.E.A. Manfredi del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), ha reunido una importante colección de materiales de diferente grado de reposo invernal (GRI 4 a 9) y de muy diferentes orígenes. Ese germoplasma fue sometido a selección fenotípica recurrente (SFR) por alto número de raíces laterales o por raíces ramificadas. Los genotipos seleccionados fueron luego combinados en poblaciones experimentales.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar, bajo condición de secano, el comportamiento de dos poblaciones experimentales seleccionadas por alto número de raíces laterales frente al daño provocado por gorgojos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo para la evaluación agronómica se sembró el 18/03/2008 en un lote de la E.E.A. Manfredi con ante-

cedentes de alta infestación de gorgojos y caracterizado como Haplustol éntico (Serie Oncativo), profundo, bien drenado y ubicado en la región pampeana semiárida, con 744 mm de precipitación media anual. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones y una densidad de siembra de 350-400 semillas viables m^{-2}. Las parcelas tuvieron una dimensión de 1 x 5 m con una distancia entre hileras de 0,20 m.

El material vegetal estuvo compuesto por dos poblaciones sintéticas experimentales (SIMA) desarrolladas por el programa de mejoramiento genético de la EEA Manfredi a partir de accesiones de alfalfa perennes introducidas desde los Estados Unidos entre 1992 y 1994. Después de cuatro ciclos de SFR, en los que se combinaron trabajos de campo y de invernáculo, se obtuvieron alrededor de 25 sintéticas con reposo invernal moderado (grados de reposo invernal o GRI = 6-7) y con alto número de raíces laterales y/o sistema radical ramificado. En base a una evaluación previa de esos materiales en condiciones de campo (Odorizzi *et al*., 2008), se identificaron para este trabajo las dos sintéticas de comportamiento más promisorio: SIMA 545 (GRI 6) y SIMA 614 (GRI 7). Como testigos se utilizaron los cultivares comerciales ProINTA Luján (GRI 6), ProINTA Patricia (GRI 7), ProINTA Súper Monarca (GRI 8), ProINTA Mora (GRI 9) y SIMA1132 (GRI 9 y seleccionada por su tolerancia a suelos pesados), todos con sistema radical predominantemente pivotante.

El ensayo se condujo durante dos temporadas (2008/09 y 2009/10), en las que se evaluaron el rendimiento de forraje (biomasa aérea) y el daño a las raíces causado por los gorgojos. Para la evaluación de la biomasa aérea (B), se cortó y pesó todo el forraje producido dentro de cada unidad experimental, cada vez que se alcanzaba el 10% de floración o cuando los rebrotes desde la corona medían aproximadamente 0,05 m. La producción se expresó en kg de materia seca por ha (kg MS ha^{-1}) por corte y total acumulado. Al finalizar la segunda temporada, se estimó el daño provocado por los gorgojos. Para esto, después de extraer todas las plantas del ensayo y de lavar sus raíces con una hidrolavadora, se tomaron 100 individuos de cada parcela al azar a los que se clasificó según la siguiente escala visual de categorías de daño (Cat): 1: sin daño; 2: daño leve, con muy pocas canaletas visibles; 3: daño moderado, con canaletas visibles pero poco profundas; 4: daño severo, con canaletas profundas; y 5: daño muy severo, con abundantes canaletas profundas, raíces cortadas o muy destruidas y presencia de infección secundaria en las áreas afectadas. Con estos datos se construyó un índice de daño de gorgojos (IDG), calculado según la siguiente ecuación:

$$IDG = \frac{[(N^o1*1)+(N^o2*2)+(N^o3*3)+(N^o4*4)+(N^o5*5)]}{[N^o \text{ total de plantas de la población}]}$$

en donde $N.^o_{1..5}$ es el número de individuos dentro de una determinada categoría; 1 a 5 son las categorías de daño; y n es el total de plantas (n) evaluadas en la población.

Los valores de IDG se interpretaron de la siguiente manera: < 1.40: no daño; 1,41 y 2.40: daño bajo; 2.41 y 3.00: daño moderado y entre 3.01 y 3.80: daño alto.

Para cada variable evaluada, se realizó un análisis de la varianza (ANAVA) y las medias se analizaron a través de test de comparaciones múltiples DGC (Di Rienzo, *et al.*, 2002), que realiza todas las comparaciones posibles de a pares. La medida de asociación entre las variables se estimó a través del coeficiente de correlación de Pearson (r). Los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoGen/P 2006i.1 Versión 1.0 (Balzarini *et al*., 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de B acumulada durante las dos temporadas de corte y para todos los materiales evaluados, se presentan en la figura 1. En líneas generales, las producciones de forraje fueron bajas y acordes a las condiciones de deficiencia hídrica durante ambas temporadas, con precipitaciones por debajo de la media anual para la zona. En el período 2008/2009 se realizaron cuatro cortes y, en 2009/2010, se realizaron cinco. Es interesante destacar que el rendimiento

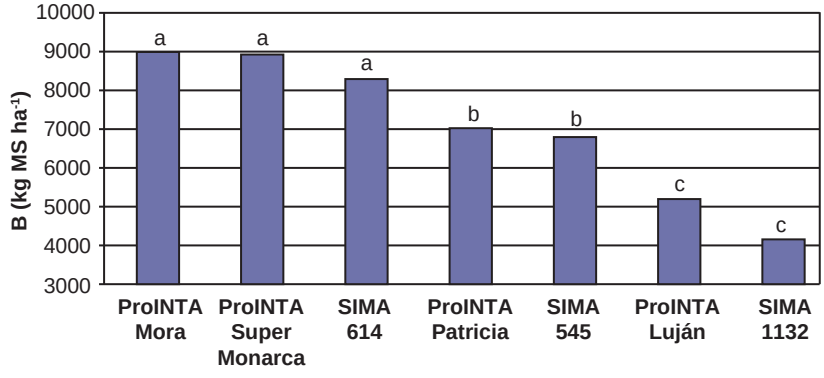

Figura 1. Biomasa media acumulada (temporada 2008/2010) para cada población y testigo. Letras distintas indican diferencias significativas (p<0.05) prueba de comparaciones múltiples DGC.

Material	Medias	
ProINTA Super Monarca	3,80	a
SIMA545	3,79	a
SIMA614	3,55	a
ProINTA Luján	3,30	a
SIMA1132	3,29	a
ProINTA Patricia	3,26	a
ProINTA Mora	3,18	a

Tabla 1. Comparaciones múltiples DGC entre las medias de la variable IDG entre poblaciones y testigos.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

de biomasa aérea de la SIMA 614 no difirió estadísticamente del de los testigos sin reposo invernal ProINTA Mora y ProINTA Súper Monarca, que fueron desarrollados en base a un alto potencial de producción forrajera como principal criterio de selección. Por su parte, la SIMA 545 (si bien en un menor escalón de rendimiento que los anteriores) tampoco difirió del testigo ProINTA Patricia, un cultivar de reposo invernal intermedio de excelente comportamiento productivo en la Red Nacional de Evaluación de Cultivares del INTA (Spada, 2009). El buen comportamiento forrajero de estas dos poblaciones experimentales es consistente con lo señalado anteriormente por Odorizzi *et al*. (2008).

En la tabla 1 se presenta el análisis del daño de gorgojos (IDG) estimado para las dos poblaciones experimentales y para los testigos. El rango de IDG (3.18 a 3.80) indica que el complejo de gorgojos ocasionó daños altos en todos los materiales, sin haberse detectado diferencias entre ellos. En ese contexto, las SIMAs 545 y 614 ocuparon respectivamente el segundo y el tercer lugar en el ranking de severidad de daño, muy cerca de ProINTA Súper Monarca, la más afectada por la plaga.

En la figura 2 se resumen las frecuencias de cada categoría de daño gorgojos (Cat) que se registraron en cada una de las poblaciones experimentales y de los testigos. En todos los materiales, la categoría 4 (daño severo) fue la más frecuente. Al igual que con el IDG, las SIMAs 545 y 614 y el testigo ProINTA Súper Monarca exhibieron la mayor cantidad de plantas con daños muy severos (Cat 5) y, complementariamente, las menores frecuencias de plantas sin daño (Cat 1) y daño leve (Cat 2).

Los valores de correlación lineal fenotípica de Pearson (r) entre las variables B, IDG y Cat, para el conjunto de poblaciones y testigos evaluados, se presentan en la tabla 2.

La producción de biomasa aérea (B) no se correlacionó (p>0.05) con las categorías de daño (Cat), ni con el índi-

Variables(†)	B	Cat1	Cat2	Cat3	Cat4	Cat5	IDG
B	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cat1	-0,39	1	ns	ns	ns	**	**
Cat2	-0,05	0,32	1	ns	ns	*	**
Cat3	0,14	0,08	-0,20	1	ns	ns	ns
Cat4	-0,23	-0,19	-0,02	-0,28	1	ns	ns
Cat5	0,32	-0,60	-0,47	-0,32	-0,40	1	**
IDG	0,32	-0,87	-0,58	-0,29	0,02	0,87	1

Tabla 2. Correlaciones fenotípicas de Pearson para las variables en estudio entre poblaciones.

(†)B: biomasa media acumulada, Cat 1 a 5: categorías de daño de gorgojos, IDG: Índice de daño de gorgojos.
*, **, ns: significativo, altamente significativo y no significativo a los niveles de probabilidad 0,05 y 0,01, respectivamente.

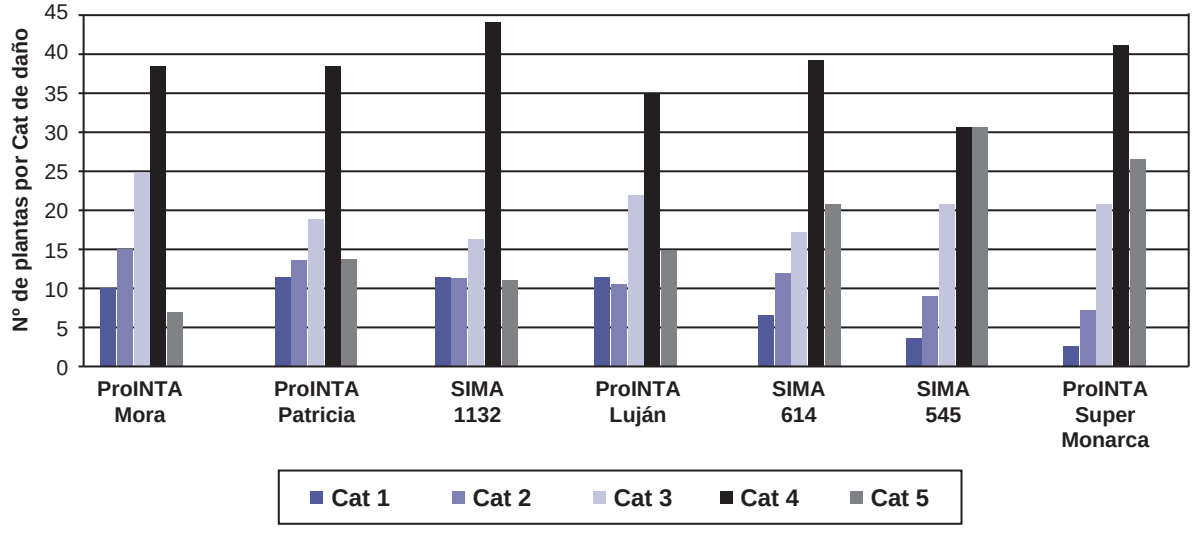

Figura 2. Categoría de daño de gorgojos para cada población y testigo.

ce de daño de gorgojos (IDG). En un trabajo realizado por Romero (2004), que comparó en condiciones de secano el comportamiento de dos cultivares de alfalfa de raíz ramificada con un testigo pivotante, concluyó que la mayor expresión del carácter raíz ramificada y el menor daño de gorgojos de los dos primeros no se tradujeron en mayores rendimientos de biomasa aérea. No obstante, se aprecia una cierta tendencia a disminuir el rendimiento de materia seca a niveles de daño leve a severo, donde las correlaciones son en general negativas (si bien no significativas). Por el contrario, los mayores niveles de daño (Cat 5) registraron una correlación positiva con B, aunque sin alcanzar significancia estadística.

CONCLUSIONES

Tanto el testigo ProINTA Súper Monarca como las SIMAs 545 y 614, que registraron los mayores IDG y la más alta frecuencia de plantas Cat 5, se ubicaron entre los materiales de más rendimiento de forraje. En ese contexto, podría inferirse que estas poblaciones poseen niveles considerables de tolerancia al daño de las larvas de gorgojos.

BIBLIOGRAFÍA

ARAGÓN, J. y IMWINKELRIED, J. 2007. Manejo integrado de plagas de la alfalfa. En: El cultivo de la alfalfa en la Argentina. D. H. Basigalup (Ed.) Buenos Aires: INTA, Cap. 9, p. 165-197.

BALZARINI, M.; BRUNO, C.; ARROYO, A. 2005. InfoGen/P 2006p.1 Versión 1.0. Software para estadística genómica y aplicaciones en mejoramiento genético. Córdoba (AR): Universidad Nacional. Estadística y Biometría. Disponible en: www.info-gen.com.ar

BARIGGI, C.; MARBLE, B.; ITRIA, C. y BRUN, J. (Eds.), 1986. Investigación, tecnología y producción de alfalfa. Colección científica del INTA, Tomo XXII, Buenos Aires, 488 pp.

BASIGALUP, D. e HIJANO, E. 1995. Mejoramiento genético de la alfalfa. En: La alfalfa en la Argentina. Subprograma alfalfa. INTA Manfredi, .272 pp.

BREWER, M.M. Y VARAS, D.L. 1975. Gorgojos de la alfalfa: Sistemática y curvas poblacionales de *Trichonaupactus densius* Hustache y *Priocyphus bosqi* Hustache (Col. Curculionidae). Physis 34(88):41-56.

DE DURANA, J. 1981. Establecimiento y manejo del cultivo de alfalfa en la región subhúmeda y semiárida pampeana. Boletín de divulgación. N.º 3 INTA Anguil. La Pampa. 68 pp.

DI RIENZO J.A.; GUZMÁN, A.W. y CASANOVES, F. 2002. A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics, 7 (2):129-142.

GASSEN, D. 1996. Estratégias de manejo de pragas sobre plantío direto. En: IV Congreso Nacional de Siembra Directa, AAPRESID. Villa Giardino, Córdoba. p. 253-278.

HARCOURT, D.; ARAGÓN, J. y GONZÁLEZ, R. 1986. Plagas de la alfalfa. En: Bariggi, C., B. Marble, C. Itria y J. Brun (Eds.) Investigación, tecnología y producción de alfalfa. Colección científica del INTA, Tomo XXII, Buenos Aires, 488 pp.

IMWINKELRIED, J.; ALBRECHT, R.; SALTO, C.; ZHEUDER, R. Y GALETTO, A. 1992. Implementación de una estrategia para el control integrado de plagas de la alfalfa en un área restringida de la provincia de Santa Fe. INTA-E.E.A. Rafaela (Arg.) Agronomía Inf. para Ext. N.º 151, 4 pp.

ODORIZZI, A.; BASIGALUP, D.; AROLFO, V. y BALZARINI, M. 2008. Análisis de la variabilidad de caracteres de raíz en poblaciones de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con alto número de raíces laterales. Agriscientia, Vol. XXV (2): 65-73.

PARODI, L. 1964. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Ed. Acme, Buenos Aires, 2 (2): 775 pp.

ROMERO, N. 2004. Evaluación a campo de variedades de alfalfas con raíz ramificada. En: Investigación en producción animal 2002-2003. Región subhúmeda y semiárida pampeana. Bol. Div. Téc. N.º 79. p. 45-54.

SPADA, M. 2009. Avances en Alfalfa. Ensayos territoriales. E.E.A. Manfredi-INTA. Año 19 N.º 19, 73 pp.

SULC, R. y RODES, L. 1997. Planting date, fungicide and cultivars effect on Sclerotinia crown and stem rot severity in alfalfa. Plant. Dist 81: 13-17p.

TODD, J. 1968. Laboratory evaluation of insecticides against white-fringed weevil (*Graphognatus leucoloma)*. J. Agric. Research. 11: 903-910.