

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DIRECCIÓN DE POSGRADO

**ESTUDIOS METODOLÓGICOS PARA EVALUAR EL IMPACTO
ECONÓMICO DE ESCARABAJOS MELOLONTHIDAE
(INSECTA: COLEOPTERA) EN TRES CULTIVOS TROPICALES**

POR

CARLOS ALBERTO ORTEGA OJEDA

**Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del grado
de:**

MÁSTER EN CIENCIAS EN FITOPROTECCIÓN

2005

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Ing. CARLOS ALBERTO ORTEGA OJEDA candidato a MÁSTER como requerimiento parcial a la obtención del título de MÁSTER EN CIENCIAS EN FITOPROTECCIÓN.

Palmira, 25 de septiembre del 2005

Ph.D. Andreas Gaigl

DIRECTOR

DEDICATORIA

A mis hijos, a quienes robé buena parte del tiempo que invertí en esta formación, por ser mi estímulo permanente.

A quienes han mantenido y mantienen su fe en mi, aún cuando yo mismo la perdiera tantas veces.

A quienes como yo caminan aunque tropiecen seguido, porque esa voluntad los hará alcanzar un mejor futuro, contrario a quien permanece sentado y no se incomoda, pero tampoco avanza.

Carlos Alberto Ortega Ojeda

AGRADECIMIENTOS

A mis seres más queridos, por quienes y para quienes entrego hasta el último suspiro, mis hijos Alberto y Carlita, mis padres Alberto y Martha, mis hermanos Fernando, Pablo y Andrés, Elsa mi compañera, mi familia toda y mis pocos pero valiosos amigos.

Al Centro de Posgrado de la Escuela Politécnica del Ejército **ESPE**, sus directivos, profesores y funcionarios, por hacer posible esta invaluable empresa.

Al Centro Internacional de Agricultura Tropical **CIAT**, que supo acunarme amablemente; a sus directivos, funcionarios, personal científico y operativo, por brindarme su formación, soporte, amistad y afecto.

Carlos Alberto Ortega Ojeda

AUTORIZACIÓN

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército para que publique la presente Tesis de Máster en Ciencias en Fitoprotección: “ESTUDIOS METODOLÓGICOS PARA EVALUAR EL IMPACTO ECONÓMICO DE ESCARABAJOS MELOLONTHIDAE (INSECTA: COLEOPTERA) EN TRES CULTIVOS TROPICALES”, por el medio escrito o electromagnético que considere necesario, en espera que sea de utilidad al lector interesado.

Palmira, 25 de septiembre del 2005

Carlos Alberto Ortega-Ojeda
AUTOR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
LISTADO DE CUADROS	ix
LISTADO DE FIGURAS	x
LISTADO DE ANEXOS	xiv
NOMENCLATURA UTILIZADA	xv
SUMMARY	1
RESUMEN	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. CONCEPTOS BÁSICOS DE MELOLONTHIDAE	8
2.1. Taxonomía	9
2.2. Ciclo de vida	9
2.2.1. Etapa de huevo	9
2.2.2. Etapa de larva	10
2.2.3. Etapa de pupa	11
2.2.4. Etapa de adulto	12
2.3. Identificación taxonómica de larvas	12
2.4. Daño del rizófago	14
2.5. Control	14
2.5.1. Cultural	15
2.5.2. Químico	17
2.5.3. Físico	17
2.5.4. Genético	17
2.5.5. Etológico	17
2.5.6. Biológico	18
2.6. Bibliografía	22
III. IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE DAÑO DE LOS RIZÓFAGOS <i>Phyllophaga</i> spp. (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN UN CULTIVO COMERCIAL DE YUCA	26
Resumen	27
3.1. Material y Métodos	28
3.2. Resultados y Discusión	31
3.2.1. Valor agronómico de plantas	31
3.2.2. Altura de planta a los 30, 90 y 400 días	31
3.2.3. Número y diámetro de tallos	31
3.2.4. Número de ramales	32
3.2.5. Número de raíces totales	32
3.2.6. Número de raíces comerciales	32
3.2.7. Rendimiento en peso total de raíces	34
3.2.8. Rendimiento en peso comercial de raíces	34
3.2.9. Daño en la raíz por chisas de segunda generación	35
3.2.10. Análisis económico de las pérdidas en raíces	35
3.3. Conclusiones	37
3.4. Recomendaciones	38

	Pág.
3.5. Bibliografía	38
IV. DENSIDAD LETAL Y NIVELES DE DAÑO DE <i>Phyllophaga menetriesi</i> BLANCHARD (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) SOBRE ESTACAS DE YUCA	40
Resumen	41
4.1. Material y Métodos	42
4.2. Resultados y Discusión	44
4.2.1. Daño externo en la estaca	44
4.2.2. Daño interno en la estaca	44
4.2.3. Vigor de la planta	45
4.2.4. Densidad letal del rizófago en estacas de yuca	46
4.3. Conclusiones	48
4.4. Bibliografía	48
V. IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE DAÑO DE LOS RIZÓFAGOS <i>Phyllophaga</i> spp. (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN UN CULTIVO COMERCIAL DE MAÍZ	50
Resumen	51
5.1. Material y Métodos	52
5.2. Resultados y Discusión	55
5.2.1. Altura de planta a los 30 dds	55
5.2.2. Altura de planta a los 90 dds	55
5.2.3. Número de plantas a los 30 dds	55
5.2.4. Número de plantas a los 90 dds	55
5.2.5. Altura de inserción de mazorca	56
5.2.6. Diámetro promedio de tallo	56
5.2.7. Número de mazorcas por tratamiento	56
5.2.8. Peso de mazorcas por tratamiento	57
5.2.9. Rendimiento en grano seco	57
5.2.10. Peso de 100 semillas	57
5.2.11. Daño de chisas en cultivo maduro	58
5.2.12. Análisis económico de las pérdidas en grano seco	58
5.3. Conclusiones	59
5.4. Bibliografía	62
VI. DENSIDAD LETAL Y NIVELES DE DAÑO DE <i>Phyllophaga menetriesi</i> BLANCHARD (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) SOBRE PLANTAS DE MAÍZ	64
Resumen	65
6.1. Material y Métodos	66
6.2. Resultados y Discusión	68
6.2.1. Altura final de planta	68
6.2.2. Mortalidad de plantas por tratamiento	68
6.2.3. Mortalidad de plantas por época de evaluación	68
6.2.4. Densidad letal	69
6.3. Conclusiones	69
6.4. Bibliografía	71

	Pág.
VII. IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE DAÑO DE LOS RIZÓFAGOS <i>Phyllophaga</i> spp. (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN UN CULTIVO COMERCIAL DE FRÍJOL	72
Resumen	73
7.1. Material y Métodos	74
7.2. Resultados y Discusión	77
7.2.1. Número de plantas por tratamiento	77
7.2.2. Altura de plantas por tratamiento	78
7.2.3. Rendimiento en grano seco	78
7.2.4. Daño de chisas en cultivo maduro	78
7.2.5. Análisis económico de las pérdidas en grano	79
7.3. Conclusiones	79
7.4. Bibliografía	81
VIII. DENSIDAD LETAL Y NIVELES DE DAÑO DE <i>Phyllophaga menetriesi</i> BLANCHARD (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) SOBRE PLANTAS DE FRÍJOL	82
Resumen	83
8.1. Material y Métodos	84
8.2. Resultados y Discusión	86
8.2.1. Altura final de planta	86
8.2.2. Mortalidad de plantas por tratamiento	86
8.2.3. Mortalidad de plantas por época de evaluación	88
8.2.4. Densidad letal	88
8.3. Conclusiones	88
8.4. Bibliografía	89
IX. COMBINACIÓN DE SISTEMAS DE LABRANZA Y FORMULADOS DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS PARA LA SUPRESIÓN DE CHISAS (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN MAÍZ	90
Resumen	91
9.1. Material y Métodos	92
9.2. Resultados	94
9.2.1. Número y peso de mazorcas por planta	94
9.2.2. Porcentaje de emergencia	94
9.2.3. Altura de planta	95
9.2.4. Rendimiento en grano seco	95
9.3. Discusión	95
9.4. Conclusiones	97
9.5. Recomendaciones	98
9.6. Bibliografía	98
GLOSARIO	100
ANEXOS	107
HOJA DE VIDA	110

LISTADO DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Escala fenotípica para evaluación de valor agronómico en plantas jóvenes de yuca, a partir de los 30 días desde la siembra (dds) (Fotos autor).	29
Cuadro 2. Relación de ganancias y pérdidas en pesos colombianos por kg de raíz según diferentes niveles de daño por chisas en plantas de un lote comercial de yuca.	37
Cuadro 3. Escala fenotípica para evaluación de valor agronómico en plantas jóvenes de maíz, a partir de los 30 días desde la siembra (dds) (Fotos autor).	54
Cuadro 4. Relación de ganancias y pérdidas en pesos colombianos por kg de grano de maíz amarillo según diferentes niveles de daño por chisas en plantas de un lote comercial.	59
Cuadro 5. Escala fenotípica con base al valor agronómico para determinación de tratamientos en plantas jóvenes de frijol, a los 30 días desde la siembra (Fotos autor).	76
Cuadro 6. Relación de ganancias y pérdidas en pesos colombianos por kg de grano de frijol, según diferentes niveles de daño por chisas en plantas de un lote comercial.	79
Cuadro 7. Tratamientos con hongos entomopatógenos para el control de chisas en el cultivo de maíz. Vereda El Caimo, Armenia, Quindío.	93

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
<p>Figura 1. Particularidades morfológicas de los estados de desarrollo del rizófago <i>Phyllophaga menetriesi</i> (Coleoptera: Melolonthidae): (1) Huevos maduros; (2a) Larva I; (2b) Larva II; (2c) Larva III; (2d) Palidia típica en el ráster de Larva III; (3) Pupa con exuvia larval adherida a su parte posterior; (4) Adulto en su cápsula de tierra a la derecha, mientras a la izquierda se aprecia la exuvia pupal; 5a. Adulto macho; (5b) Adulto hembra; (6a) Dimorfismo sexual del macho; y, (6b) Dimorfismo sexual de la hembra (Fotos autor, excepto la 1 y 6 (Calberto, 2005).</p>	13
<p>Figura 2. Cultivos afectados por Melolontidos: (1) Estaca de yuca sin raíces; (2) Plántula de maíz con deficiencias nutricionales por pérdida de raíces; (3) Plántulas de frijol trozadas; (4) Campo de golf infestado; (5) Pérdida focalizada de plantas en un lote comercial de yuca; (6) Tallos de yuca raquíuticos; y, (7) Propágulo de yuca con pérdida de corteza y zona cambial (Fotos autor, excepto la 4 (OSU, 2003)).</p>	16
<p>Figura 3. Penetración de un entomopatógeno Hyphomycete por la cutícula de un hospedero (Fotos y elaboración autor, a partir de la información de Charnley, 2002).</p>	21
<p>Figura 4. Metodología para el muestreo de <i>P. menetriesi</i>: (a) excavación de 1,00 m² de suelo hasta 0,25 m de profundidad; (b) Morfología de los tres estadios larvales del insecto; y, (c) Configuración de la palidia en el ráster de la larva III para verificación del género (Fotos autor).</p>	28
<p>Figura 5. Representación de la unidad experimental en el cultivo de yuca <i>Manihot esculenta</i>.</p>	30
<p>Figura 6. Variables evaluadas: (A) Vigor de plantas de yuca a los 30 y 90 dds (desde 0, planta muerta hasta 5, muy vigorosa); (B) Altura de planta (30, 90 y 400 dds); (C) Promedio de tallos (diámetro y número) y ramales (no.) por planta (400 dds). Se muestra el error estándar (Fotos autor). Las barras corresponden al error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.</p>	33
<p>Figura 7. Evaluaciones a la cosecha (400 dds): (A) Número de raíces totales y comerciales por planta; (B) Rendimiento en kg/planta de raíces totales y comerciales; se muestra el error estándar; (C) Correspondencia del rendimiento de raíces de yuca con relación a la escala de valor agronómico inicial (1= excelente; 3= buena; 5= intermedia; 7= pobre; 9=</p>	

- muy pobre). La planta 9 que se muestra es de las escasas sobrevivientes (Fotos autor). Las barras indican el error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares corresponden a igualdad estadística. 36
- Figura 8. A partir de adultos (a) capturados en trampas de luz negra se obtuvo una cría de *P. menetriesi* (b), mientras las estacas (c) provienen de la variedad de yuca SM 707-17; las estacas se insertan verticalmente en baldes con sustrato agrícola local sobre el que se liberan las larvas III (d, e). Después de la emergencia (f), se evalúa valor agronómico (g), daño interno y externo (h) y mortalidad de plantas, durante 60 días (Fotos autor). 43
- Figura 9. Escala visual para evaluar Valor Agronómico de plantas de yuca, donde (1) corresponde a una planta ideal, vigorosa y de buen color, mientras que (9) corresponde a una irrecuperable, enana, clorótica y/o marchita (Fotos autor). 40
- Figura 10. Consumo (daño) externo e interno de estacas de yuca, ante 0, 1, 3, 5 y 7 larvas por tratamiento (Tukey $p \leq 0,05$). 45
- Figura 11. Diferencias en vigor (izquierda) y daños externo e interno (derecha) producidos por chisas en estacas de yuca, durante los dos primeros meses del cultivo (Fotos autor). 45
- Figura 12. Efecto en el valor agronómico (vigor) de la planta de yuca, en el tiempo, bajo diferentes densidades de chisas. Se incluye el error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). 47
- Figura 13. Días de consumo *vs.* mortalidad de plantas de yuca, con cuatro densidades de chisas (línea de corte en el 50% de las seis repeticiones del experimento) (Tukey $p \leq 0,05$). 47
- Figura 14. Campo de maíz en el sector de Pescador, Cauca, con clara pérdida de densidad de plantas de maíz a causa del rizófago *P. menetriesi* (Foto autor). 52
- Figura 15. Metodología para el muestreo de *P. menetriesi*: (a) excavación de 1,00 m² de suelo hasta 0,25 m de profundidad; (b) Morfología de los tres estadios larvales del insecto; (c) Configuración de la palidia en el ráster de la larva III para verificación del género (Fotos autor). 52
- Figura 16. Unidad experimental y de muestreo de chisas en el cultivo de maíz duro *Zea mays*. 53
- Figura 17. Variables evaluadas en maíz: (A) Altura de plantas a los 30 dds y 90 dds (madurez fisiológica) y Altura de inserción (Ins.) de mazorca (90 dds); (B) Número de plantas por sitio a los 30 dds y a madurez fisiológica

	Pág.
Figura 18.	60
Figura 19.	61
Figura 20.	67
Figura 21.	70
Figura 22.	74
Figura 23.	75
Figura 24.	75
Figura 25.	77
Figura 26.	80

	Pág.
(tratamiento). Las barras corresponden al error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.	80
Figura 27. Detalles del experimento frijol y chisas confinadas: las plántulas pregerminadas (a) se plantan definitivamente a los 15 días de edad en suelo agrícola local (b), con diferentes densidades de larvas III de <i>P. menetriesi</i> B. (c), confinándolas en baldes, con seis repeticiones del experimento (d). Las evaluaciones (e) inician al día siguiente de infestar, registrando plantas muertas (f, g, h); observándose consumo de raíces y de hipocótilo (i, j) frente a plantas sin daño (Fotos autor).	85
Figura 28. Mortalidad de plantas de fríjol: A. En cada época de evaluación; B. Promedio por tratamiento; y, C. Promedio por épocas. Se incluyen las barras del error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras iguales no difieren significativamente.	87
Figura 29. Esquema de la distribución de tratamientos en el Diseño de Parcelas Divididas con cultivo de maíz duro <i>Zea mays</i> .	92
Figura 30. Resultados de las evaluaciones de: (A) Emergencia (%) de plántulas; (B) Altura de planta (m); y, (C) Rendimiento (g), en maíz bajo dos Sistemas de labranza vs. Biocidas para el manejo del complejo chisa (Fotos autor). Se incluyen las barras del error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.	96

LISTADO DE ANEXOS

Los pósters que se adjuntan, nominados al premio nacional en Entomología “Hernán Alcaraz Viecco” en el XXXII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología **SOCOLEN**, en Ibagué (2005), forman parte de los resultados de la investigación.

	Pág.
Anexo 1. ORTEGA-OJEDA, C. A.; MELO-MOLINA, E. L. GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005a. Densidad letal y niveles de daño del rizófago <i>Phyllophaga menetriesi</i> (Coleoptera: Melolonthidae) sobre estacas de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. Póster.	108
Anexo 2. ORTEGA-OJEDA, C. A.; MELO-MOLINA, E. L. GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005b. Identificación de niveles de daño del rizófago <i>Phyllophaga menetriesi</i> B. (Coleoptera: Melolonthidae) en un cultivo comercial de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. Póster.	109

NOMENCLATURA UTILIZADA

B	Blanchard, taxónomo que denominó a <i>Phyllophaga menetriesi</i>
°C	Grados Celcius
cm	centímetro
cm ³	centímetro cúbico
ddi	Días después de la infección o infestación, según el tema
dds	Días desde la siembra
DBCA	Diseño de Bloques Completos Aleatorizados
DCA	Diseño Completamente Aleatorizado
dm ³	decímetro cúbico (antes litro = 1 000 cm ³)
<i>et al.</i>	Del latín <i>et alii</i> “y otros”
GC-EAG	Gas Coupled Electro Antenna Graph
GC-MS	Gas Chromatography Mass Spectrometry
g	gramos
ha	hectárea (10 000 m ²)
ICA V-305	Instituto Colombiano Agropecuario, Variedad de maíz amarillo 305
Ing. Agr.	Ingeniero Agrónomo
kg	kilogramo (1 000 g)
km	kilómetro (1 000 m)
Lat.	Latitud
Lon.	Longitud
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
MIP	Manejo Integrado de Plagas
mm	Milímetro
N	Norte
p≤0,05	Probabilidad estadística (Nivel del 95% de confianza)
SM 707-17	Variedad de yuca doble propósito para clima “frío”
sp.	Abreviatura de “especie”
SPME	Solid Phase Micro Extraction
spp.	Abreviatura de “especies”
s.s.	Sub especie
T	Tratamiento
u	Unidades sin medida (cantidad)
U.V.	Rayos Ultra Violeta
var.	Variedad
<i>vs.</i>	Abreviatura del latín <i>versus</i> “frente a” o “contra...”
W	Wats; West (Longitud geográfica occidente)
WG	Water dispersible Granules “Gránulos dispersables en agua”
%	Porcentaje
\$	Pesos colombianos

SUMMARY

Phyllophaga menetriesi (Coleoptera: Melolonthidae) belongs to the most important soil pests in agroecological zones between 1 000 and 1 500 m a.s.l. In Colombia causes severe damage on many crops feeding on roots and tubers. It is still unknown how many larvae cause economical damage that requires means of control (economic threshold). At CIAT we developed a methodology that facilitates that decision on cassava, beans, and maize crops using visual levels of the vigor of young plants related with the density of white grubs in order to help to understand the pest and host relation. So we found that the cassava plant recovers from minor damage producing the same number and weight of commercial roots as the control (fresh market); but since middle damage yield loss is significant. Although 70% of the cassava plants survive when they are associated with one white grub, yield can be reduced by 53%. Three grubs eliminated 50% of the experimental units in 56 days and seven larvae in 24 days and 100% in 35 days. One larva can kill a maize plant after 3,3 days and three larvae in 2,4 days. In general, one white grub was sufficient to eliminate all maize and bean plants in the experimental closed unit. All densities kill 100% of maize and bean crops however; larvae cause less damage on the host plant when nearing the prepupa stage. On open field of beans with minimal damage there were limited plant losses but yield losses were significant. We didn't observe any impact of rhizophagous pests on cassava, maize and beans when the plants were near harvesting, contrary to reports. Bio-formulated and conventional tillage didn't show any effect on pest damage. Treatment with no tillage had a positive effect on soil organisms that could control soil pests and it will have a sustainable effect on the economy and human and environmental health. We recommend sowing after or earlier the presence of third *Phyllophaga* instar depending on weather. Moreover, we recommend to control when more than three plants have white grubs among 50 per hectare.

Key words: *Phyllophaga menetriesi*. Cassava. Maize. Bean. White grub. Economic threshold. Cauca. Quindío.

RESUMEN

Buscando un umbral de acción para *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae), rizófago que perjudica inversiones agrícolas como yuca, maíz y frijol en fincas de Cauca y Quindío (Colombia), el Proyecto Plagas Subterráneas del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, desarrolló metodologías experimentales y observacionales con los siguientes resultados: el vigor de las plantas jóvenes está relacionado con la densidad del rizófago y es clasificable en cinco niveles visuales de daño que permiten manejar adecuadamente al insecto. La planta de yuca en campo abierto se recupera del daño inicial leve llegando a producir igual número y peso de raíces comerciales que el testigo (mercado fresco); pero a partir del daño intermedio la pérdida es significativa. Aunque sobreviven el 70% de plantas de yuca confinadas con una sola chisa, se pierde 53% de su potencial. Tres chisas eliminan el 50% de plantas jóvenes en las unidades experimentales) en 56 días; y, siete en 24 (100% de las unidades en 35 días). En maíz el daño leve baja significativamente su rendimiento, muriendo una planta confinada en 3,3 días promedio con una larva y, con más de tres en 2,4. Todas las densidades de chisas eliminan al final el 100% de plantas de maíz y frijol confinados, aunque tienden sobrevivir más tiempo conforme termina el estadio III del insecto. En frijol a campo abierto no es significativa la pérdida de plantas con daño leve pero si la merma en rendimiento. No se evidenciaron daños durante el engrose de yuca ni en maíz y frijol maduros. Los bioformulados y la labranza convencional no incidieron sobre la plaga en maíz, contrario a lo reportado; mas bien la conservación e incremento de la biota edáfica supresiva de la labranza cero la constituirían a largo plazo, en la alternativa económica y con altos beneficios a la salud humana y ambiental. Finalmente se concluyó, para manejar al rizófago, sembrar mucho antes o después del estadio III de *Phyllophaga*; y, controlar al encontrar tres plantas o sitios con chisas de 50 muestreados por hectárea.

Palabras clave: Umbral de acción. *Phyllophaga menetriesi*. Yuca. Maíz. Frijol. Chisa. Cauca. Quindío.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), y la yuca (*Manihot esculenta*) son tres de los cultivos tropicales que más se siembran en el norte del Departamento del Cauca en Colombia, después de la caña de azúcar (*Sacharum officinalis*), acorde con encuestas realizadas a los agricultores de la zona (datos no publicados). Estos cultivos son también de los más afectados por las plagas denominadas chisas, especialmente durante el primer mes del establecimiento de las plantas; rizófagos cuyos mayores representantes pertenecen al género *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Melolonthidae).

Estos Melolonthidae han evolucionado en diversidad de especies asociadas a diferentes pisos térmicos y agroecosistemas, según Pardo *et al.* (1999) y Pardo (2000), citados por Pardo *et al.* 2003; conformando 44 especies solo en la región sur occidental (Cauca) de Colombia, cuya mayor abundancia se vio en el municipio de Caldono, mostrando en estos registros elementos de gran importancia económica como *Phyllophaga menetriesi*, *Plectris fassli*, *P. pavidata*, *Ceraspis innotata*, *Astaena valida*, *Anomala inconstans* y *A. cincta*; hallándose hasta cinco larvas de *Phyllophaga* por metro cuadrado, en cultivos de yuca y café (Pardo, 2002; *et al.*, 2003). De los rizófagos mencionados *P. menetriesi* es el insecto más importante dado que consume agresivamente las raíces de una gran variedad de plantas cultivadas ocasionando importantes pérdidas en su tercer estadio larval, gracias a su mayor longitud (4 cm) y a su gran voracidad.

De la misma fuente se desprende que similar situación se tiene en otra zona del occidente Colombiano, el eje cafetero, especialmente el Departamento de Quindío, donde dentro los rizófagos más frecuentes encontrados entre 2003 y 2004 en la región se cuentan a *Cyclocephala* sp., *Plectris pavidata*, *Plectris* sp., *Anomala cincta*, *A. inconstans*, *A.* sp., *Phyllophaga* sp., *P. obsoleta* y *P. menetriesi*.

En el caso de las estacas de yuca utilizadas para propagar al cultivo, esta plaga llega a consumirlas tanto externa como internamente,

devorando el tejido suave de la corteza y de la médula; Pardo *et al.* (2003), incluso menciona que luego de consumir raíces las chisas consumen la corteza de la estaca de propagación, causando pérdidas que van desde el 33% al 100% de la cosecha esperada. Algunos reportes incluso mencionan el ataque a raíces engrosadas con una a tres perforaciones grandes en Panamá, en el 2002 (Melo, 2005¹) y galerías observadas en raíces en los Departamentos de Quindío en el 2003 y Casanare en el 2001, en Colombia (Herrera, 2005²).

En Colombia, el mayor daño producido a cultivos anuales como el maíz y el frijol ocurre en la proximidad de la unión tallo-raíz; en áreas bien definidas del campo de cultivo, formando parches de plantas o porciones de plantas enfermas, de manera similar a lo reportado en otras latitudes como México (Aragón *et al.*, 1998; Villalobos, 1995); o, en el resto de Centro América, donde Ayala y Monterroso (1998) reportan que la semilla es afectada desde que comienza a germinar, continuando con las raíces, por lo que se observa mala germinación, plantas con poco desarrollo y con síntomas de marchitamiento como clorosis u otros cambios de coloración, debido a la pérdida de raíces y por ende a la deficiencia de nutrientes y agua (Morales, citado por King, 1984); conforme también a lo observado por el autor en el Cauca, en campo y en experimentos en invernadero (Valle del Cauca), entre 2003 y 2005.

El daño del rizófago pasa muchas veces desapercibido, como lo ha constatado el autor, debido a su *modus operandi* bajo tierra; por lo que la infructuosa labor del agricultor al reemplazar sus plantas de yuca afectadas con estacas nuevas, logra únicamente continuar alimentando a la chisa y sumando un costo adicional de semilla a las pérdidas originales.

La herramienta del monitoreo para el manejo de la plaga a la fecha de la presente investigación, carecía de un indicativo claro para tomar la

¹ MELO M., E. L. 2005. Reporte de daño de larvas de chisas en raíces engrosadas. Bióloga, Asistente de Investigación del Proyecto Manejo Integrado de Plagas Subterráneas en Suramérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. (Comunicación personal).

² HERRERA, C. J. 2005. Reportes de daño de chisas (Coleoptera: Melolonthidae) en dos Departamentos de Colombia, en el 2001 y 2003. Ing. Agr., Asistente de Investigación del Proyecto de Manejo Integrado de Plagas en Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. (Comunicación personal).

decisión de ejercer medidas de control contra el insecto, una vez instalado en los campos de cultivo, no pudiendo relacionar el variable vigor de las plantas de un lote con ningún nivel de gravedad de daño del rizófago a las raíces de éstas. Eran pocos los referentes técnicos de umbral de acción contra las chisas, así por ejemplo, estaban los reportes de Ayala y Monterroso (1998) para el cultivo de maíz o los de Pardo *et al.* (2003) para yuca y café, quienes coinciden en que alrededor de tres larvas por planta la eliminan y, por tanto, se debe actuar bajo esta situación.

En la búsqueda de soluciones rápidas algunos agricultores han utilizado toda clase de pesticidas sintéticos, sin resultados alentadores y a costo de su salud y la del ambiente, además del elevado valor del pesticida. A esto hay que añadir que también se genera resistencia en las plagas, obligando al productor a aumentar las dosis con el consecuente incremento de los problemas antes mencionados (Aragón *et al.*, 2003).

Por lo expuesto, el Proyecto de Manejo Integrado de Plagas Subterráneas del Centro Internacional de Agricultura Tropical **CIAT** se planteó establecer el grado de daño del tercer estado larval de *P. menetriesi*, el más agresivo, en los cultivos de yuca, maíz y frijón, a la vez que identificar la densidad letal del insecto sobre las plantas durante su establecimiento; implantando un experimento con infestación artificial en confinamiento y un estudio observacional en lotes comerciales con infestación natural, con los rubros agrícolas mencionados, durante enero del 2004 y abril del 2005; ubicándolo en la Finca Bellavista de la Vereda Pescador del Municipio de Caldon, Departamento del Cauca, Colombia.

Particularmente el estudio observacional a campo abierto y con libre infestación, que difiere de los estudios experimentales donde los tratamientos son inducidos (Casanoves, 2004), fue un reto innovador que pretendía aportar al conocimiento de la dinámica de la plaga con los cultivos de interés.

El proyecto buscaba establecer fenotípicamente, niveles de daño que indiquen al productor la oportunidad de aplicar medidas de control para *P. menetriesi*; cuantificar las pérdidas de rendimiento según el daño inicial del rizófago a la planta; y, evaluar el daño de chisas, *Phyllophaga* u otros

géneros, desarrolladas paralelamente al cultivo en la etapa de maduración, a fin de verificar su daño, conforme a los reportes de Posada (1993) en maíz; y, en yuca de Melo y Herrera, antes citados.

Por otra parte, en busca de encontrar una solución económica y saludable el problema de las chisas, el Proyecto consideró la propuesta alternativa que consideran por un lado la labranza de conservación y su riqueza biótica de comensalismos y competencia (Villalobos *et al.*, 2003), y, por otro, la de la labranza convencional y su acción física destructiva de exposición deshidratación y muerte (Rendón, 1996), para reducir conjuntamente las poblaciones de las larvas a niveles de convivencia o inferiores al de daño económico de los cultivos. Se planteó entonces la combinación de los aspectos mencionados con el uso de enemigos naturales como los hongos entomopatógenos, que han demostrado ser útiles en el control de chisas (Londoño, 1999), no solo por su incidencia en condiciones naturales, sino porque al ser multiplicados e inoculados al suelo causan mortalidades promisorias, que ofrecerían un paquete tecnológico que bien podría, a bajo costo, traducirse en un gran beneficio para los agricultores, en lo respectivo a lo económico y la salud suya, de los consumidores y del ambiente. Para el efecto se ubicó un lote en barbecho de pasto bajo donde no se había laborado hace tres años atrás, y con largo historial de presencia de chisas, en la Finca El Bosque, Vereda El Caimo del Municipio de Armenia, Departamento del Quindío, Colombia.

Al final de la investigación, en forma general, se determinó que el rizófago causaba detrimentos más graves de las supuestas, pues aún una larva por planta provocó pérdidas en los cultivos estudiados; constatando que el criterio subjetivo de aplicar solo cuando se encuentren tres larvas por planta estaba muy errado. Adicionalmente, infortunadamente no se pudo llegar con biocidas al insecto bajo tierra, por lo que deberá continuarse el estudio de la oportunidad y frecuencia de aplicación de los entomopatógenos, así como el tipo y condición del inóculo y otras condiciones, que tornen más eficiente el uso de estos microorganismos contra la chisa.

Por lo expuesto, se llegó a la recomendación de evitar la coincidencia de la siembra del cultivo con el rizófago inmaduro, sembrando mucho antes o después de la presencia del estadio más dañino de la chisa de 4 cm (larva III); y, finalmente, pensando con criterio empresarial, se dedujo que para mantener las pérdidas económicas de estos cultivos bajo el 5%, es recomendable tomar medidas contra el rizófago cuando se encuentren tres sitios de siembra o plantas con chisas, de 50 por hectárea monitoreados al azar.

II. CONCEPTOS BÁSICOS DE MELOLONTHIDAE

Los coleópteros se caracterizan por presentar el primer par de alas endurecidas para protección del segundo par, útil en el vuelo; se diferencian del resto de los insectos porque al final de la antena tienen una serie de laminillas o lámelas en forma de mazo. Lo anterior sustenta la denominación de lamelicornios que se ha dado a estos coleópteros, en cuyas familias se incluye Passalidae, Lucanidae, Scarabaeidae y Melolonthidae (Pardo, 1994).

Los lamelicornios incluyen diversas especies cuyas larvas son de importancia económica debido a su preferencia por alimentarse de raíces de plantas (Gibson y Carrillo, 1959 y García-Martel, 1977, citados por Morón, 1986). Estas pertenecen principalmente a las subfamilias Melolonthinae, Rutelinae y Dynastinae. Al mismo tiempo, también existen muchas especies cuyas larvas se alimentan de humus, detritos, madera y materia orgánica en descomposición. Este es el caso de la mayor parte de larvas de Cetoniinae, varias de Dynastinae y algunas de Rutelinae (Ritcher, 1958).

Afortunadamente, sólo una pequeña fracción de los escarabajos de la familia Melolonthidae ha sido señalada como plaga subterránea y foliar de las plantas cultivadas, pues los escarabajos conforman un grupo de importantísimo interés ecológico, dado que la mayoría de sus especies se ocupan de biodegradar sustratos orgánicos cuyos elementos nutritivos rescatan para reincorporarlos a las cadenas tróficas en los diferentes ecosistemas rurales (Pardo, 1994).

La plaga con la cual se realizó esta investigación es conocida bajo diversas denominaciones (King y Saunders, 1984), algunas de las cuales se presentan a continuación:

Larva => Cutzo, cudso, chisa, mojoy, mojoyo, gallina ciega, orontoco, chorontoco, chicharra, joboto, jogote, chayote, sxluka, white grub.

Adulto => Catzo, cadso, marceño, escarabajo o mayate de junio, cucarrón, ronrón, chicote, tanda, june/may beetle.

2.1. Taxonomía

Filum:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Coleoptera
Superfamilia:	Scarabaeoidea
Familia:	Melolonthidae (fitófagos) (ex Scarabeidae)
Subfamilia:	Melolonthinae
Género:	<i>Phyllophaga</i>
Especies:	<i>P. menetriesi</i> (Blanchard); y <i>Phyllophaga</i> spp.

2.2. Ciclo de vida

Diversos autores indican que el ciclo de vida de especímenes del género *Phyllophaga*, varía debido a que algunas especies de las más dañinas a los cultivos completan su crecimiento en un año, mientras que otras requieren de cuatro años; desarrollándose, según coinciden Selman (1998); Ayala y Monterroso (2002); Ritche (1958); Ritche (1996); King y Saunders (1984); y, Matute (1999), de la siguiente manera:

2.2.1. Etapa de huevo

Las hembras adultas ovipositan en las horas de la tarde, entre 15 a 20 huevos en promedio al mes, los que inicialmente son blancos, opacos, ligeramente alargados y de aproximadamente 2,5 mm de ancho. Éstos son depositados individualmente, a una profundidad entre 5 y 15 cm, dependiendo de las características del suelo. Generalmente son puestos muy cerca entre sí y, son recubiertos por partículas de suelo que se agrupan para dar la forma de nido.

Después de siete días, los huevos fértiles adoptan una forma ovalada, casi esférica y aumentan de tamaño hasta los 3 mm (diámetro mayor), tornándose blanco – translúcidos, casi perlados (**Figura 1 (1)**). Los contenidos del huevo se mantienen a presión, por lo que rebotan cuando se dejan caer.

Después de dos a cuatro días en que ocurre una oviposición inicial de 10 a 20 huevos, una segunda requiere que maduren los ovarios;

proceso que exige una alimentación regular, debido a que con seguridad el desarrollo de los huevos depende de la cantidad y calidad del alimento ingerido.

2.2.2. Etapa de larva

Todas las etapas larvales se desarrollan en el interior del suelo, alimentándose de raíces de plantas vivas, ingiriendo al mismo tiempo algunas cantidades de suelo con materia orgánica en descomposición, raicillas y pelos radiculares.

En el transcurso de 21 a 32 semanas las larvas pasan por tres etapas, de las cuales la tercera es de mayor importancia económica por ser este instar el más voraz (King, 1984), acorde con su mayor tamaño. Las particularidades de los estadios larvales de *P. menetriesi* que se describen a continuación son producto del estudio del ciclo de vida del insecto con individuos de cría artificial (Calberto, 2004), para complementar los aportes de los autores mencionados al inicio del título.

2.2.2.1. Larva I

La larva I (**Figura 1 (2a)**) aparece luego de 12 a 14 días desde que se depositan los huevos, requiriendo temperaturas ambientales de aproximadamente 26°C. Pasa de 1,45 cm promedio a 1,51 cm de longitud, con una dimensión de cápsula cefálica de 0,23 cm, determinado en cría artificial.

Al emerger del huevo la larva escarba el suelo e inicia su alimentación con materia orgánica, pelos radiculares y pequeñas raíces; esta etapa es mortalmente crítica para ella, por las condiciones ambientales adversas.

2.2.2.1. Larva II

La larva de segundo instar inicia con un aumento considerable de la cápsula cefálica, cercano al 38% respecto de

la larva I, alcanzando 0,34 mm promedio (**Figura 1 (2b)**). Su longitud promedio va de 1,86 cm a 2,24 cm durante esta etapa de desarrollo.

2.2.2.1. Larva III

Las larvas son blancuzcas o cremosas, tipo escarabeiforme (gordas y con forma de “C”), con la cabeza de color café, pasando por marrón, hasta rojizo. Las patas torácicas y las mandíbulas son fuertes y bien desarrolladas. La cabeza es grande y densamente esclerotizada, con poderosas mandíbulas expuestas (King, citado por Ayala y Monterroso, 2002). Adquiere durante esta etapa 0,55 cm de anchura de cápsula cefálica.

En Cauca, Valle del Cauca y Quindío, las larvas de tercer instar de *P. menetriesi* (**Figura 1 (2c)**) aparecen entre los meses de junio a octubre, una vez alcanzado el desarrollo completo (aproximadamente 4 cm de longitud); luego de lo cual, terminada su alimentación, forman una celda (cápsula) en el interior del suelo, en la primera capa compacta que encuentran, generalmente a una profundidad de 20 a 30 cm. A continuación las larvas entran en un reposo (diapausa) prepupal, entre agosto y noviembre. Previo a esta etapa los contenidos digestivos son expulsados al medio y las larvas se llenan de cuerpos grasos que almacenan energía, dando a ésta una apariencia blanco cremosa, que es el indicativo de estado de prepupa.

2.2.3. Etapa de pupa

En el Cauca, Colombia, *Phyllophaga* spp. en campo pasa de larva III a prepupa entre mayo y agosto; como pupa (**Figura 1 (3)**) entre julio y octubre (Pardo, 2002). En Centroamérica, el paso a pupa, normalmente ocurre entre febrero a marzo y, dura aproximadamente 34 días, a una temperatura de 23°C. Esta temperatura se aproxima a la que tiene el suelo a 30 cm de profundidad, sobre todo si éste no ha sido removido. El tamaño que alcanzan varía entre 20 y 24 mm y pueden adquirir un color café claro a marrón brillante.

2.2.4. Etapa de adulto

El adulto madura y permanece inactivo hasta que la celda pupal se rompe artificialmente (**Figura 1 (4, 5a y 5b)**), debido a la filtración del agua de lluvia, en sincronía con las primeras lluvias de mayo a junio. La emergencia tiene lugar a media tarde y, cuando emergen del suelo los adultos vuelan poco, hasta alimentarse convenientemente para dar lugar a la cópula y oviposición.

Los adultos de *P. menetriesi* presentan cuerpo robusto, parte posterior ancha en comparación con la parte anterior. Con una longitud de 18 a 23 mm y coloración marrón oscuro, el cuerpo está cubierto de setas de color pardo, densas y de distribución regular, con puntuaciones en toda la superficie corporal. Posee margen pronotal sinuado, con clípeo recto y un poco levantado. Espolones de tipo metatibial articulado (Neita, 2005).

Los adultos presentan dimorfismo sexual, lo cual se aprecia en su genitalia externa (Hidalgo *et al.*, 1993) (**Figura 1 (6)**).

La cópula la realizan colgando, con el extremo del abdomen hacia afuera, de las plantas herbáceas, arbustivas o forestales de las que se alimentan, como la *Erythrina poeppigiana* (Ayala y Monterroso, 2002), *Gliricidia sepium* y *Spondias* spp. (Arneson, 2004) u hojas de yuca durante las primeras horas de la noche, por 10 a 15 minutos. Posteriormente, tras vuelos registrados de entre una a varias horas, recorriendo distancias cortas o largas, descienden al suelo, donde las hembras cavan el suelo para depositar sus huevos inmediatamente o, posteriormente al descanso de una noche.

2.3. Identificación taxonómica de larvas

Las larvas para esta investigación provienen de dos fuentes, tanto de campo abierto, como de la cría de melolóntidos que se mantiene en el *campus* experimental del CIAT en Palmira. Para hacer esto posible se plantearon los experimentos en la época en que se hace presente el estado de larva III de *P. menetriesi*, por lo cual era imprescindible hacer una correcta identificación de los especímenes (**Figura 1 (2d)**).

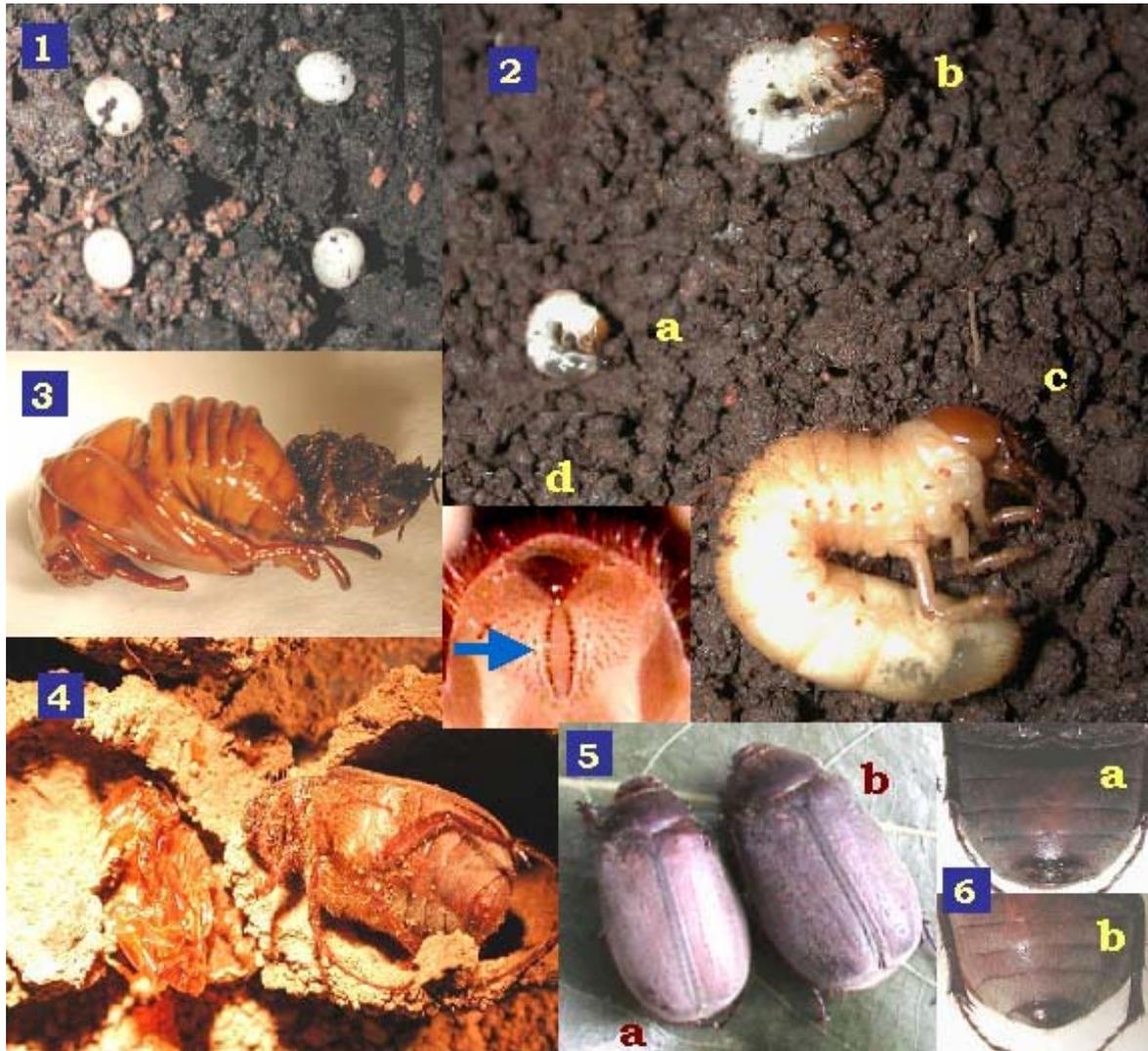


Figura 1. Particularidades morfológicas de los estados de desarrollo del rizófago *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae): (1) Huevos maduros; (2a) Larva I; (2b) Larva II; (2c) Larva III; (2d) Palidia típica en el ráster de Larva III; (3) Pupa con exuvia larval adherida a su parte posterior; (4) Adulto en su cápsula de tierra a la derecha, mientras a la izquierda se aprecia la exuvia pupal; 5a. Adulto macho; (5b) Adulto hembra; (6a) Dimorfismo sexual del macho; y, (6b) Dimorfismo sexual de la hembra (Fotos autor, excepto la 1 y 6 (Calberto, 2005³)).

Aunque el aspecto externo de las larvas del género *Phyllophaga* es prácticamente idéntico, resulta posible separarlas de otros géneros mediante las siguientes características en el ráster:

³ Calberto S., G.A. 2005. Metodología para la cría masiva de *Phyllophaga menetriesi*. Documento en edición. Administrador Ambiental, Asistente de Investigación en el Proyecto de Manejo Integrado de Plagas Subterráneas de Suramérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira. (Comunicación personal).

- Décimo segmento abdominal con palidia en () “paréntesis”.
- Hendidura anal en **V** o **Y**.
- Carencia de esclerotización pronotal.

No obstante que la separación de algunas especies se realiza mediante este examen cuidadoso de la disposición de las setas en el ráster, hay que reconocer el método no ofrece completa seguridad para distinguir indiscutiblemente entre especies.

2.4. Daño del rizófago

El adulto no es tan dañino como la larva, pero ocasionalmente afecta las inflorescencias de cultivos como el maíz, o se alimenta del follaje de arbustos, árboles y ciertas plantas anuales entre las que se destacan las familias Papilionaceae, Euphorbiaceae, Solanaceae, Cucurbitáceae, Poáceae, Rosáceae, Moráceae, Liliaceae, entre otras.

Los daños en estado larval (**Figura 2**), se observan inicialmente como amarillamiento del área foliar, para pasar por plasmólisis hasta la marchitez de toda la planta, debido al consumo de raíces pequeñas completas hasta corteza de raíces grandes, involucrando zona cambial.

Según lo observado, la gravedad del daño depende principalmente de: la edad de la larva, siendo el estado III el más dañino; la densidad poblacional del rizófago; la edad del vegetal; la cobertura vegetal que rodea al cultivo; y, de los macro y micro organismos entomopatógenos y entomófagos presentes en el sustrato.

2.5. Control

En Colombia para controlar a estos rizófagos se cuenta más con el criterio técnico subjetivo de la experiencia que la recomendación de algún estudio, que tampoco puede generalizarse por su limitación a la zona de influencia de la especie y al cultivo estudiado. Así por ejemplo, Herrera (2004⁴), por un lado, habla de cuatro a siete larvas por metro cuadrado en

⁴ HERRERA F., C. J. 2004. Criterio para el control de chisas en yuca. Asistente de Investigación en el Proyecto Entomología de Yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. (Comunicación personal).

un cultivo de yuca; mientras que, Pardo (2004⁵) recomienda controlar a la presencia de una a dos larvas por estaca de yuca en un lote recién establecido. Morón (2003), recomienda por otra parte, tomar medidas cuando se detecten 15 o más larvas por yarda cuadrada; mientras que para Ayala y Monterroso (1998; 2002), en el cultivo de maíz la relación entre la densidad de las larvas de tercer estadio y las plantas jóvenes pérdidas obedece a cuatro larvas por metro cuadrado. En todo caso se deberán aplicar en conjunto los siguientes componentes del manejo integrado de plagas (MIP):

2.5.1. Cultural

Por un lado, se recomienda la destrucción de malezas con herbicidas algunas semanas antes de la siembra; por otro, se ejerce un muy buen control de la población de larvas al roturar el suelo, exponiéndolas a vertebrados menores como aves o roedores, otros insectos como las hormigas; y, a los rayos solares.

Según información de Matute (1999), la preparación del suelo antes de las lluvias, sin embargo, no controla especies con ciclo de vida anual, pero puede ser de mucha utilidad con especies bianuales. En suelos particularmente supresivos, la labranza cero reduce la población de *Phyllophaga*, al igual que otros insectos del suelo, gracias al incremento de los enemigos naturales, especialmente fúngicos.

Para esta misma fuente la destrucción de las plantas preferidas por los adultos puede reducir la abundancia local de éstos. Las especies vegetales más importantes incluyen a *Eritrina* spp., *Gliricida sepium* y *Spondius* spp. Eventualmente se pueden utilizar estos hospederos como cultivos trampa para hacer un control localizado de adultos.

Este autor afirma que la rotación de cultivos con leguminosas, especialmente frijol de cobertura reduce las poblaciones de larvas, así

⁵ PARDO L., L. C. 2004. Umbral de acción para el control de chisas en yuca y temas afines a la taxonomía de esta plaga. Asistente de Investigación en el Proyecto Manejo Integrado de Plagas Subterráneas de Suramérica, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. (Comunicación personal).

como la inundación completa de campos de arroz y hortalizas, que las ahoga.

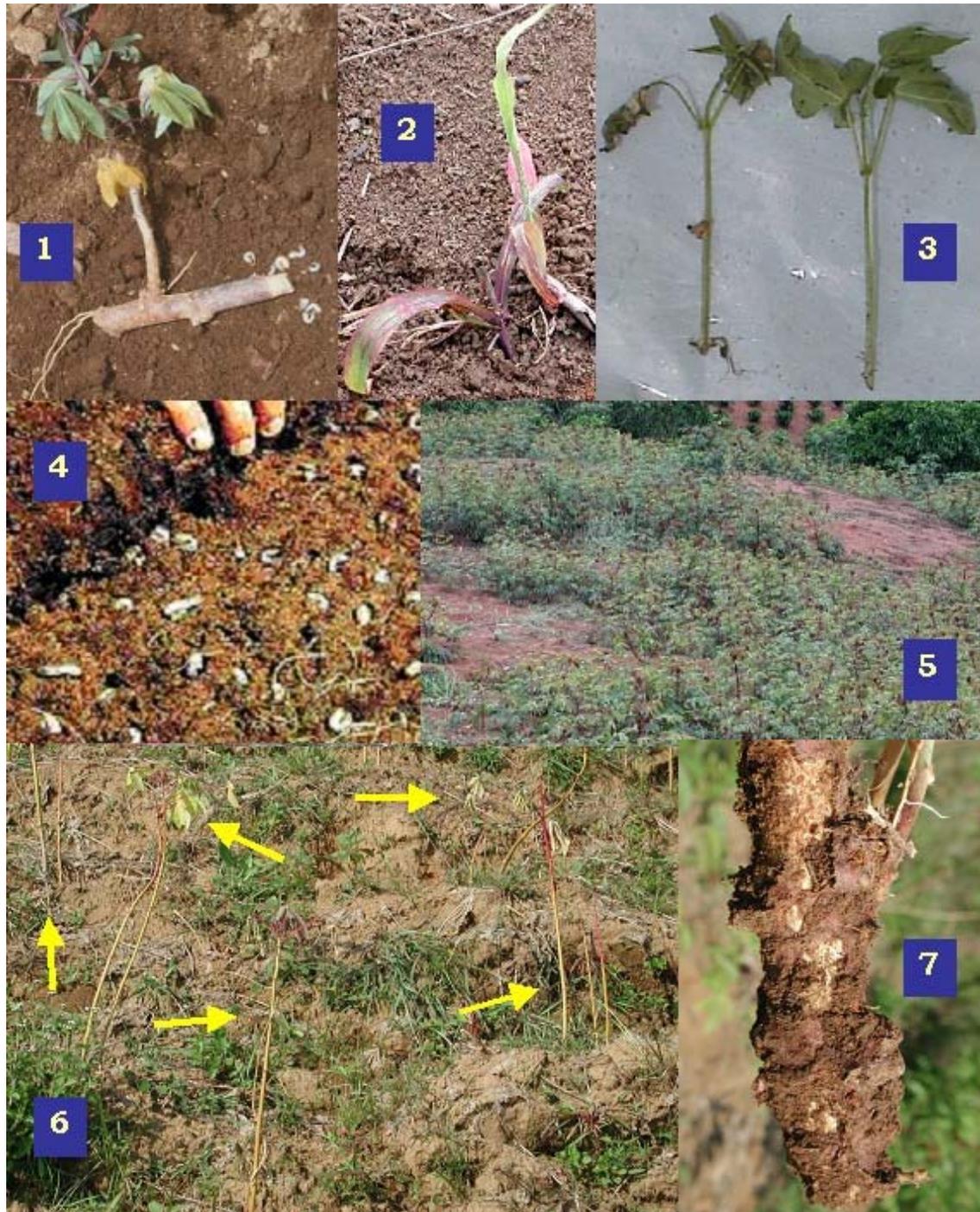


Figura 2. Cultivos afectados por Melolontidos: (1) Estaca de yuca sin raíces; (2) Plántula de maíz con deficiencias nutricionales por pérdida de raíces; (3) Plántulas de frijol trozadas; (4) Campo de golf infestado; (5) Pérdida focalizada de plantas en un lote comercial de yuca; (6) Tallos de yuca raquíticos; y, (7) Propágulo de yuca con pérdida de corteza y zona cambial (Fotos autor, excepto la 4 (OSU, 2003)).

2.5.2. Químico

Por la experiencia, es el método más utilizado para combatir larvas de suelo y, por lo general, se usan productos granulados aplicados al suelo, bajo la semilla, o sobre ésta como aspersiones, antes y durante la siembra; alternados con líquidos a chorro con grandes volúmenes de agua después, localizadamente o en banda, con sistémicos como Carbofuran, Fipronil, Clorpirifos o Trichlorfon; con mejor resultado que con los de contacto. Actualmente se realizan aplicaciones a la semilla, impregnándola con el producto, con superior resultado, aunque no se disponen de datos estadísticos.

2.5.3. Físico

En la época del vuelo de los adultos, se pueden utilizar trampas de luz negra, de 15 a 20 W, en lugares altos, visibles y buena distancia (cada 2 km aproximadamente), para atraer a la mayor cantidad de adultos posibles y de este modo reducir la cópula y las oviposiciones.

Matute (1999), recomienda la utilización de los adultos atrapados para la alimentación aviar; pero podría acarrear daños internos en el pico, así como en el tracto digestivo.

2.5.4. Genético

No se ha reportado hasta el momento resistencia genética en los cultivos de yuca, maíz y frijol, que evite el consumo de insectos del suelo como la chisa *Phyllophaga* spp.; sin embargo, habría que iniciar estudios con esta plaga para establecer si existe algún nivel de resistencia promisorio en materiales liberados, como la variedad de yuca Nataima 31 resistente a moscablanca (Vargas *et al.*, 2002) o, en cualquier otro silvestre a fin de recuperar los posibles genes de resistencia a la plaga.

2.5.5. Etológico

El comportamiento de los insectos ha sido utilizado exitosamente en el combate de ciertas plagas, como la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* de la papa; en ese sentido, la ecología química ha sido

importante para el desarrollo de las estrategias que permitirían la supresión de los coleópteros plaga respetando la calidad del ambiente. A este respecto, Romero-López *et al.* (2003) acotan que, aunque muchos estudios están basados en los compuestos volátiles de las plantas, la tendencia actual es la investigación sobre feromonas sexuales y, muchos trabajos se han enfocado a las especies fitófagas (escarabajos melolontidos) de los géneros *Anomala*, *Phylloperla*, *Holotrichia* y *Phyllophaga*.

La identificación de estos compuestos semioquímicos ha sido posible con aplicación de técnicas alternativas como la micro extracción en fase sólida (SPME), la cromatografía de gases acoplada con espectrometría de masas (GC-MS) y, la cromatografía de gases acoplada con electroantenografía (GC-EAG).

Los mismos autores, mencionan reportes de atrayentes biológicos en las siguientes fuentes: feromonas sexuales para *Popillia japonica* (Tumlinson *et al.*, 1977), *Anomala rufocuprea* (Tamaki *et al.*, 1985 en Leal *et al.*, 1992b), *Anomala cuprea* (Leal, 1991), *Phyllophaga anxia* (Zhang *et al.*, 1997) y *Phyllophaga elenans* (Leal *et al.*, 2003); así también se sabe que para *Costelytra zealandica*, el fenol funge como el principal compuesto químico que provoca atracción sexual (Henzell, 1970; Henzell y Lowe, 1970; Hoyt *et al.*, 1971).

2.5.6. Biológico

Para la supresión de estas larvas se utilizan hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae*, así como las bacterias *Paenobacillus popilliae* (Buitrago *et al.*, 2005), *Bacillus lentimorbus* y *B. thuringiensis* var. Buibui; este último reportado como muy eficaz para la familia Scarabeidae, pero no contra el género *Phyllophaga* de la familia Melolonthidae. También se están evaluando nemátodos entomopatógenos de los géneros *Heterorhabditis* y *Steinernema* (Melo *et al.*, 2005).

Por otro lado se han estudiado ectoparásitos himenópteros de las familias Tiphidae como *Thipia* y *Myzinum* y Scoliidae como *Campsomeris tolteca* (King y Saunders, 1984).

El uso de depredadores y parasitoides en el combate biológico de la plaga ha sido muy limitado (Ayala y Monterroso, 2002), por consiguiente existe poca información para el uso de éstos pues no son fáciles de criar. De todas formas, los depredadores de *Phyllophaga* incluyen mamíferos, coleópteros (adultos y larvas de Carabidae y larvas de Elatendae) y dípteros, así como algunas especies de hormigas que predan huevos y larvas. En Puerto Rico se introdujo el sapo *Bufo marinus* L. para controlar gallina ciega en caña, con nefastos resultados, pues no se controló al rizófago por no estar al alcance del sapo, sino que éste se transformó en una plaga exótica. Finalmente, se conoce que algunas aves se alimentan de diferentes partes del cuerpo de este rizófago.

Por lo anterior, el uso de hongos entomopatógenos sería la primera opción biológica a considerar, y en ese sentido, Madrigal (2001), menciona que las siguientes serían las implicaciones del uso de estos biocontroladores en la agricultura.

2.5.6.1. Ventajas

- Altamente selectivos por lo que su impacto sobre los enemigos naturales es mínimo;
- Persistencia, por la cual los entomopatógenos pueden mantenerse en el suelo u otros insectos, afectando las futuras poblaciones de plagas, si las condiciones ambientales son favorables, sin necesidad de nuevas aplicaciones;
- Bajo impacto ambiental, debido a que son organismos extraídos del mismo hábitat siendo parte de la cadena biotrófica natural;
- Poca toxicidad para el hombre y macro fauna;
- No inducen resistencia en la plaga; y,
- Económico proceso de producción masiva artesanal, frente a los altamente venenosos y costosos pesticidas sintéticos.

2.5.6.2. Desventajas

- Altamente dependiente de las condiciones ambientales, especialmente temperatura y humedad;
- Dificultad de producción y almacenamiento;
- Acción lenta, comparada con los agrotóxicos; y,
- Menor velocidad de acción.

Los hongos entomopatógenos son microorganismos con más de 700 especies afectando a diferentes tipos de artrópodos (insectos y ácaros). Se pueden encontrar a estos hongos en hábitats muy variados, sean terrestres o acuáticos.

Aunque el conocimiento del uso de hongos entomopatógenos para control de plagas no sea muy reciente, solo en la última década ha empezado a recibir la atención que se merece.

Como lo registra este autor, el padre de la patología Agostino Bassi estudiando en 1934 la muscardina blanca del gusano de seda, encontró como agente causal a *Beauveria bassiana*, denominada por Vuillemin en 1912; sin embargo, el mayor mérito en el uso de estos microorganismos como biocontroladores lo tiene el ruso Metschnikoff, quien realizó estudios con *Metarhizium anisopliae* contra el coleóptero de granos *Anisoplia austriaca*. De allí hasta la actualidad se han desarrollado infinidad de trabajos, con los géneros mencionados y muchos más; de hecho, Alves (1986), asegura que cerca del 80% de las enfermedades que ocurren en insectos son causadas por hongos, entre los que intervienen *Aschersonia*, *Aspergillus*, *Beauveria*, *Entomophthora*, *Erynia*, *Hirsutella*, *Metarhizium*, *Nomuraea* y *Penicillium*; siendo el hongo más usado en control de insectos *Beauveria bassiana*, seguido por *M. anisopliae*.

En el mercado local se encuentran cepas de los entomopatógenos antes mencionados comercializados por empresas como LAVERLAM (2004a; 2004b; 2004c; 2004d); MALLOCH (2004); EPA (1998); Vélez y Estrada (2005) o, BROCARIL (2004), entre otros; en formulados biopesticidas pero para plagas específicas, por lo que deberán probarse

también sobre los géneros importantes de chisas a fin de introducirlos en los programas de manejo integrado de estas plagas.

El modo de acción de los hongos entomopatógenos (**Figura 3**), se puede dividir en cinco fases: germinación de la espora; formación del apresorio; formación del gancho de penetración; Colonización del hospedero; y, reproducción del patógeno.

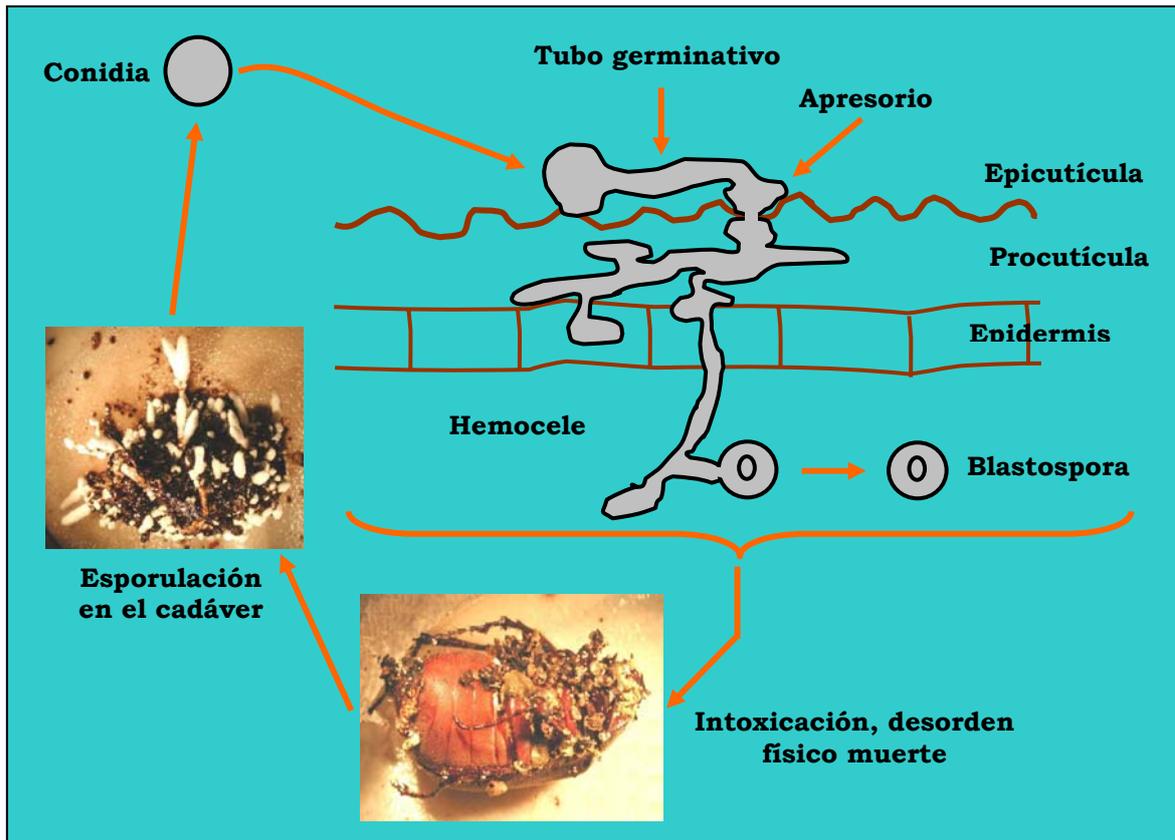


Figura 3. Penetración de un entomopatógeno Hyphomycete por la cutícula de un hospedero (Fotos y elaboración autor, a partir de la información de Charnley, 2002).

La espora del hongo, luego de tomar contacto con la cutícula del insecto germina y emite un apresorio que la penetra. Seguidamente se forman hifas en el interior del insecto (colonización), mediante enzimas elaboradas por el hongo (quitinasas, proteasas y lipasas), las cuales causan deshidratación y degeneración progresiva de los tejidos. Cuando el insecto muere queda duro, momificado y, aproximadamente una semana después se cubre de esporas cuyo color y aspecto dependen de la especie

del entomopatógeno fúngico y de las condiciones ambientales que rodean al insecto blanco.

2.6. Bibliografía

- ALVES, S. B. 1986. Controle microbiano de insectos. Sao Paulo: Mande. 407 p.
- ARAGÓN G., A.; MORÓN, M. A.; TAPIA-ROJAS, A. M.; LÓPEZ-OLGUÍN, J. F.; PÉREZ T., B. C. 2003. Especies de Gallina ciega en algunos cultivos del estado de Puebla y su control con extractos vegetales. **En** Estudios sobre Coleópteros del suelo en América. Aragón, G. A.; Morón, M. A.; Marín J., A. (Eds.). Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. p. 283-297.
- _____.; MORÓN, M. A.; TAPIA-ROJAS, A. M.; ROJAS-GARCÍA, R. 1998. Las especies de Coleoptera Melolonthidae relacionadas con plantas cultivadas en el estado de Puebla, México. **En** Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. Morón, M. A.; Aragón G., A. (Eds.). Universidad Autónoma de Puebla y la Sociedad Mexicana de Entomología. Puebla, México. p. 131-142.
- ARNESON P. A. 2004. *Phyllophaga* spp. y otros géneros; Gallina Ciega. Universidad de Cornell. [En línea] <http://arneson.cornell.edu/ZamopPlagas/gallinaciega.htm>
- AYALA M., J. E.; MONTERROSO, L. E. 2002. Aspectos básicos sobre la biología de la Gallina ciega. [En línea]. <http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/priag/gallina.html>
- _____.; _____. 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la Gallina Ciega. Programa regional de reforzamiento a la investigación agronómica sobre los granos de Centroamérica. Costa Rica. Manual para Técnicos 2. p. 7-8.
- BROCARIL. 2004. Beauveria bassiana cepa CENICAFÉ 9205. [En línea] www.laverlam.com.co/espanol/Agricola/productos/brocaril.htm
- BUITRAGO A., C.; LONDOÑO Z., M. E.; MONTOYA L., J.; GAIGL, A. 2005. Evaluación de la patogenicidad y virulencia de *Paenibacillus popilliae* Dutky sobre larvas de segundo instar de *Phyllophaga menetriesi* Blanchard (Coleoptera: Melolonthidae). **En** Resúmenes XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Ibagué, Co. p. 81.
- CALBERTO S., G. A. 2004. Estudio del ciclo de vida de *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard) (Coleoptera: Melolonthidae) en condiciones controladas de temperatura, humedad e intensidad lumínica. Tesis de Administrador Ambiental. Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ciencias Básicas. Santiago de Cali, Co. 65 p.
- CASANOVES, F. 2004. Curso de Análisis Estadístico de Datos e Interpretación de Resultados con el software estadístico INFOSTAT. Universidad Tecnológica de Pereira, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Documentos de trabajo. Pereira, CO. p. 1.

- CHARNLEY, K. 2002. The infection cycle of the insect pathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*. University of Bath. [En línea]. www.bath.ac.uk/bio-sci/charn2.htm
- EPA (Environment Protection Agency). 1998. *Paecilomyces fumosoroseus* strain Apopka 97. Technical document. [En línea] www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/tech_docs/tech_115002.htm
- HIDALGO, E.; SMITH, S.; SHANNON, P. 1993. Metodología para la cría masiva de *Phyllophaga* spp. Revista Manejo Integrado de Plagas. Honduras. 56:14-20.
- KING, A. B. S. 1984. Biology and identification of white grubs (Phyllophaga) of economic importance in Central America. Tropical Pest Management. 30(1): 36-50.
- _____.; SAUNDERS, J. L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central; Una guía para su reconocimiento y control. Administración de desarrollo Extranjero (ODA). Turrialba, Cr. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Londres. 182 p.
- LAVERLAM. 2004a. Brocaril; *Beauveria bassiana* cepa CENICAFÉ 9205. [En línea] ipmofalaska.homestead.com/files/thrips.html
- _____. 2004b. Destruxin *Metarhizium anisopliae* cepa LAVERLAM. [En línea] <http://www.laverlam.com.co/destru.html>
- _____. 2004c. Vertisol; *Verticillium lecanii*. [En línea] <http://www.laverlam.com.co/vertisol.html>
- _____. 2004d. Biostat; *Paecilomyces lilacinus*. [En línea] <http://www.laverlam.com.co/biostat.html>
- LONDOÑO Z., M. E. 1999. El complejo chisa en Colombia y perspectivas para su manejo. **En** Memorias del XXVI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Santa fé de Bogotá. p. 197-207.
- MADRIGAL C., A. 2001. Fundamentos de control biológico de plagas. Medellín, Col., Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. p. 163-173.
- MALLOCH. 2004. *Verticillium*. [En línea]. <http://www.botany.utoronto.ca/ResearchLabs/MallochLab/Malloch/Moulds/Verticillium.html>
- MATUTE, D. 1999. *Phyllophaga* spp. y otros géneros; Gallina Ciega. *In* Manejo Integrado de Plagas. Zamorano Academic Press, Honduras. [En línea] <http://arneson.cornell.edu/ZamoPlagas/gallinaciega.htm>
- MELO M., E. L.; ORTEGA-OJEDA, C. A.; GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005. Efecto del estado de desarrollo de *Phyllophaga menetriesi* y *Anomala inconstans* (Coleoptera: Melolonthidae) con dos cepas de entomonematodos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. Póster.
- MORÓN, M.A. 2003. Revision of the *Phyllophaga* s.s. schirzorhina species group (Coleoptera: Melolonthidae: Melolontinae). **In** The Canadian Entomologist. p. 213-302. [en línea] <http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/ent/n02-012.html>
- _____. 1986. El género *Phyllophaga* (Insecta: Coleoptera) en México; Morfología, distribución y sistemática supraespecífica. Instituto de Ecología. México. 341p.

- NEITA M., J.C. 2005. Escarabajos rizófagos de Colombia. Universidad Nacional de Bogotá. 123p.
- OSU (Oklahoma State University). 2003. White grubs, *Cyclocephala* and *Phyllophaga* spp. **In** Information on insects and plant diseases. Oklahoma State University. [En línea]. <http://www.ento.okstate.edu/ddd/insects/whitegrubs.htm>
- PARDO L., L. C.; MORÓN, M. A.; GAIGL, A.; BELLOTTI, A.C. 2003. Los complejos regionales de Melolonthidae (Coleoptera) rizófagos en Colombia. **En** Estudios sobre Coleópteros del suelo en América. Aragón, G. A.; Morón, M. A.; Marín J., A. (Eds.). Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. p. 45-63.
- _____. 2002. Aspectos sistemáticos y bioecológicos del complejo chisa (Col.: Melolonthidae) de Caldono, Norte de Cauca, Col. Tesis de Magister en Ciencias Biológicas. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. Santiago de Cali, Co. p. 33-82.
- _____. 1994. Escarabajos (Coleoptera: Melolonthidae) de importancia agrícola en Colombia. En: Memorias XXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín, Co. p. 159-176.
- POSADA, O. L. 1993. Las chisas, sus enemigos naturales y recomendaciones sobre su manejo. *Agricultura Tropical* 30(3): 71-79.
- RENDÓN C., F. 1996. Informe de avances sobre el efecto de la mecanización sola y con adición de agroquímicos o productos biológicos sobre el control de chiza. Proyecto MIP en frijol. Rionegro, Antioquia. Convenio CORPOICA-CIAT. Secretaría de Agricultura de Antioquia. Antioquia, Co. 8p.
- RITCHER, P. O. 1996. White grubs and their halleis. Oregon State University Press, Corvallis, OR. 219p.
- _____. 1958. Biology of Scarabaeidae. En: *Annual Review of Entomology*. 3:311-335.
- ROMERO-LÓPEZ, A. A; ARZUFFI B., R.; MORÓN, M. A. 2003. Ecología Química en los coleópteros Melolonthidae. *In* Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Aragón, G. A.; Morón, M. A.; Marín J., A. (eds). Universidad Autónoma de Puebla, México. p. 179-196.
- SELMAN, L. 1998. *Phyllophaga* and other spp. (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae). University of Florida. [En línea]. http://creatures.ifas.ufl.edu/field/white_grub.htm
- VARGAS B., H. L.; REY B., L.; ARIAS V., B.; BELLOTTI, A. C. 2002. NATAIMA-31 Variedad de yuca (*manihot esculenta* Crantz) resistente a mosca blanca (*Aleurotrachelus socialis* Bondar) para el valle cálido del Alto Magdalena. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). El Espinal, Co. Plegable divulgativo.
- VÉLEZ A., P. E.; ESTRADA V., M. N. 2005. Hongos del Trópico; Producción de biocontroladores *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*; *Metarhizium anisopliae*; *Trichoderma* spp.; *Paecilomyces* spp. Chinchiná, Co. Boletín divulgativo.
- VILLALOBOS, F. J.; VÁSQUEZ G., R. O.; ROMERO L., A. A.; NÚÑEZ V., M. E. 2003. La labranza de conservación y la agrobiotecnología como propuesta de manejo sustentable de la gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeidae) en cultivos de maíz (*Zea mays*) de Morelos. **En**

Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Aragón, G. A.; Morón, M. A.; Marín J., A. (Eds.). Universidad Autónoma de Puebla. Me. p. 313-326.

_____. 1995. El manejo sostenible de plagas con métodos alternativos al químico. Aragón, G. A. (Ed.). Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Me. p. 69-89.

III. IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE DAÑO DE LOS RIZÓFAGOS *Phyllophaga* spp. (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN UN CULTIVO COMERCIAL DE YUCA



Resumen

Buscando disponer de una escala visual del daño del rizófago *Phyllophaga* spp. para el cultivo de yuca, se planteó un estudio observacional a campo abierto, en plantas sembradas bajo infestación natural de la plaga, estableciendo las unidades experimentales (UE) por cualificación, en Pescador, Cauca. Recorriendo el cultivo a los 30 días desde la siembra (dds), se identificaron UE compuestas por una planta de yuca (1 m²); marcando 10 plantas (repeticiones) por cada uno de cinco niveles de daño (1, 3, 5, 7 y 9), desde planta ideal a irrecuperable, con base al valor agronómico del vegetal. Fue posible identificar niveles de daño en plantas de yuca dentro de los 30 días de edad, con base al valor agronómico, para trazar estrategias para el manejo apropiado de los rizófagos. En número y peso de raíces totales ningún nivel igualó al testigo (escala 1) que produjo 19,5 raíces o 4,3 kg/planta ($p \leq 0,05$); sin embargo, en número y peso de raíces para el mercado fresco tuvieron igual rendimiento estadístico las plantas testigo y las de menor daño, con un promedio de 6,3 raíces y 2,6 kg/planta. Las pérdidas aún con el menor nivel de daño inicial llegaron al 26% para el mercado en fresco y al 30% para el de almidón; aunque la segunda generación de la plaga no causó daños a las raíces de yuca. Por lo tanto, se podría escapar al daño de *Phyllophaga* sembrando mucho antes o después de la presencia del estado larval III de éste.

Palabras clave: Chisas. Rizófago. Estudio observacional. Escala visual de daño. Valor agronómico. Cauca.

3.1. Material y Métodos

El estudio observacional se llevó a cabo en la Finca Bellavista, ubicada en la Vereda Pescador del Municipio de Caldoño, Cauca, a 1 580 m de altitud (Lat. N 2° 49' 15,1 y Lon. W 76° 33' 45,6).

Se sembraron 1 300 m² con la variedad SM 707-17 de yuca *Manihot esculenta* Crantz (10 000 plantas/ha) en un lote infestado de chisas; verificado con monitoreos al azar según las recomendaciones de Pardo *et al.* (2003) (**Figura 4**), disturbando lo mínimo posible al insecto y dejándolo en el mismo sitio luego del muestreo.

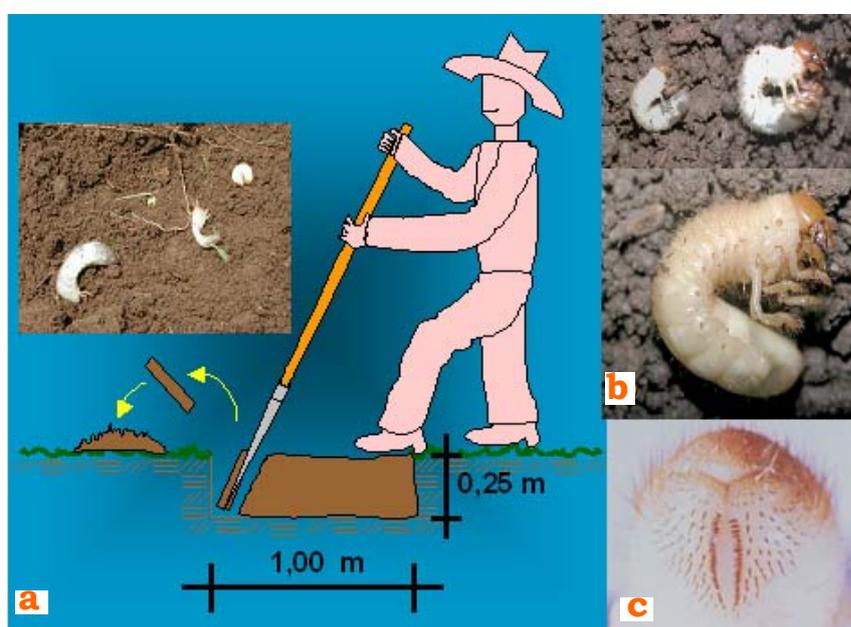


Figura 4. Metodología para el muestreo de *P. menetriesi*: (a) excavación de 1,00 m² de suelo hasta 0,25 m de profundidad; (b) Morfología de los tres estadios larvales del insecto; y, (c) Configuración de la palidia en el ráster de la larva III para verificación del género (Fotos autor).

Tratándose de un estudio observacional (Casanoves, 2004), los tratamientos se asignaron (no se indujeron), utilizando una escala de “valor agronómico” (Ortega-Ojeda *et al.*, 2005) de cinco clases (**Cuadro 1**), modificada de la variable “adaptación vegetativa” usada en fitomejoramiento (CIAT, 1987). Se tomaron 10 plantas por clase, obteniendo 10 repeticiones de cinco tratamientos, cada uno de 1 m² (**Figura 5**), en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo unifactorial.

Cuadro 1. Escala fenotípica para evaluación de valor agronómico en plantas jóvenes de yuca, a partir de los 30 días desde la siembra (Fotos autor).

Escala	Planta	Morfotipo	Correspondencia
1	Excelente		Planta ideal (Testigo) ≥ 20 cm (excelente arquitectura y desarrollo vegetativo).
3	Buena		Planta satisfactoria $\geq 15 < 20$ cm (arquitectura tolerable desarrollo incompleto).
5	Intermedia		Planta pequeña $\geq 10 < 15$ cm (arquitectura deficiente, mucha clorosis).
7	Pobre		Planta enana $\geq 5 < 10$ cm (arquitectura raquítica; pocas y pequeñas hojas).
9	Muy Pobre		Planta irrecuperable < 5 cm (sin arquitectura, tallos reducidos y/o marchitos).

La amplia densidad de siembra en las plantas de yuca del estudio (una planta por m^2), permite su apropiado desarrollo sin competencia durante al menos el 50% de su ciclo de vida, por lo que no hubo necesidad de cuidar el efecto de borde de las plantas individualmente seleccionadas, pues es en el inicio del crecimiento vegetativo donde es determinante cualquier tipo de competencia (Andrade, 2005). Por lo explicado, siendo la única variable el ataque del rizófago, se considera que los resultados del experimento se deben únicamente al daño inicial del mismo.

Las plantas se marcaron y se evaluaron durante el experimento, desde los 30 días desde la siembra (dds); contando, para las variables

económicas con el criterio del productor (Trujillo, 2005⁶). Después del Análisis de Varianza (Adeva), se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$) a las variables significativas. Tanto el Adeva como las pruebas de rangos y los gráficos se hicieron con el paquete informático estadístico InfoStat (2005).

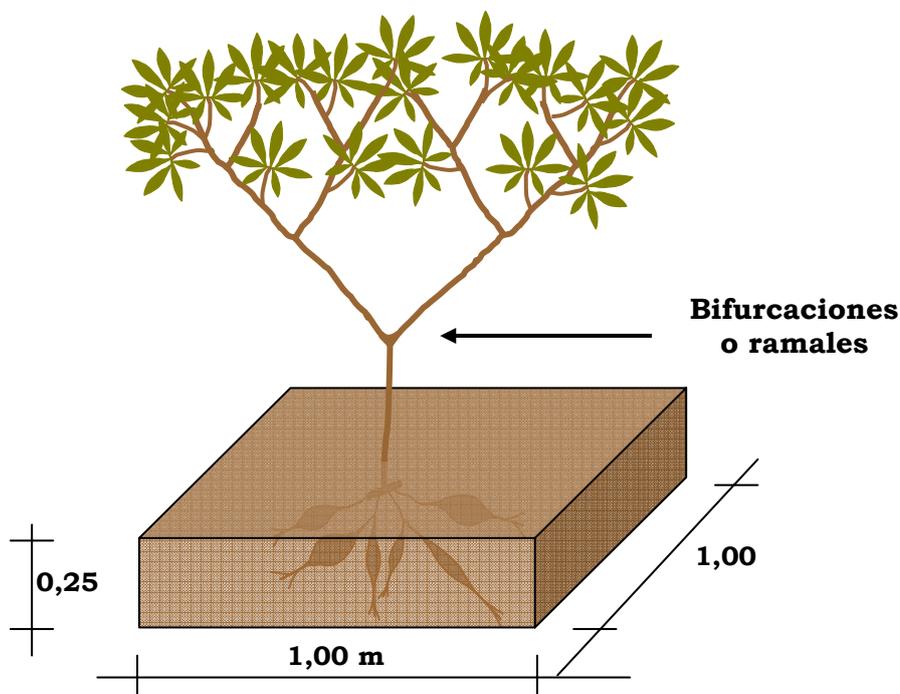


Figura 5. Representación de la unidad experimental en el cultivo de yuca *Manihot esculenta*.

Los cálculos de ingresos por venta de la raíz de yuca a la industria del almidón se hicieron con un valor de venta de 340 \$/kg (pesos colombianos por kilogramo), debido a que la variedad SM 707-17 se produjo en clima “frío” y no “caliente”, de otro modo costaría 250 \$/kg. Por otro lado, para el cálculo económico de la yuca vendida en el mercado en fresco se usó un precio de 400 \$/kg, según Jaramillo (2005)⁷.

⁶ TRUJILLO, M. 2005. Criterios de selección de raíces de yuca para venta en el mercado fresco. Propietario de la Finca Bellavista. Pescador, CO. (Comunicación personal).

⁷ JARAMILLO, G. 2005. Precios de venta de raíces de yuca para mercado en fresco y para rallandería. Ingeniero Agrónomo Asistente de Investigación del Proyecto Mejoramiento de Yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. (Comunicación personal).

3.2. Resultados y Discusión

3.2.1. Valor agronómico de plantas

Las diferencias significativas entre los tratamientos a los 90 días desde la siembra (dds) son correspondientes con los niveles de la escala; lo que indicaría que al inicio del estudio (30 dds) se identificaron y seleccionaron en el lote comercial, las plantas adecuadas para cada nivel de daño. Después de realizar la prueba de Tukey ($p \leq 0,001$) se encontró que las plantas con el menor nivel de daño inicial (3), con el paso del tiempo mejoran; mientras que las de los niveles de daño intermedio (5) hacia el irreparable (9), tienden a empeorar (**Figura 6 (A)**).

En otras palabras, la planta de yuca es capaz de recuperarse después de un daño inicial mínimo y temporal al propágulo (estaca y sistema radicular). Naturalmente el rendimiento final se habrá comprometido en forma directamente proporcional al nivel de daño inicial.

3.2.2. Altura de la planta a los 30, 90 y 400 días

Hasta los 90 (dds) ninguno de los tratamientos igualó al testigo absoluto, lo que muestra que aún el menor nivel de daño durante el establecimiento del cultivo afecta significativamente el desarrollo vegetativo hasta esta fecha. Sin embargo, a los 400 dds las plantas con el menor nivel de daño igualaron estadísticamente a las del testigo ($p \leq 0,0001$), con una máxima de 1,62 m, bajo la media de la variedad que es de 1,79 m Morante (2005); lo que indicaría que el vegetal llega a recuperarse lo suficiente, después de que la larva deja de alimentarse, al pasar al estado de prepupa en adelante, no agravando el daño inicial (**Figura 6 (B)**).

3.2.3. Número y diámetro de tallos

Para estas dos variables los resultados son similares apreciándose que hasta el menor nivel de daño, estos caracteres genotípicos no se ven afectados durante el daño inicial. Entre los tratamientos 1 y 3 los mayores promedios de diámetro y número de tallos

(Figura 6 (C)) son 2,1 cm y 2,2 tallos, respectivamente; mientras que el resto de tratamientos (5, 7 y 9) mostraron valores promedios de 1,2 cm y 1,1 tallos.

3.2.4. Número de ramales

Los mayores valores correspondieron a las escalas de daño 1, 3 y 5, con un valor promedio de 4,0 ramales por planta (Figura 6 (C)), valor que está dentro de la media de la variedad que es 4,2 ramificaciones según Morante (2005). Sin embargo este carácter agronómico se influencia significativamente a partir del daño inicial 7, lo que podría ocurrir cuando más de una chisa se alimenta del propágulo, con base a lo encontrado por Ortega-Ojeda *et al.* (2005).

3.2.5. Número de raíces totales

Excepto el testigo absoluto, todos los demás niveles de daño causaron pérdidas significativas de rendimiento en número de raíces totales (Figura 7 (A)), con una máxima producción de raíces de 19,5 por planta en el testigo, mientras que en el segundo rango la máxima fue 13,4 y disminuyendo hacia el nivel 9 que no tuvo rendimiento. Si la yuca se destinara al mercado de almidón habrían pérdidas económicas significativas.

3.2.6. Número de raíces comerciales

A diferencia de la variable anterior, en este caso se igualaron estadísticamente los tratamientos testigo y escala de daño 3 (daño menor); lo que indicaría que cuando el ataque es leve la planta se recupera y produce un satisfactorio número de raíces para el mercado en fresco (Figura 7 (B)). El máximo valor de raíces comerciales fue de 7,2 en el testigo, seguido por el menor daño con 5,3 raíces comerciales por planta. Estos valores superan la media de la variedad (4,0 raíces comerciales/planta) (Morante, 2005), por lo que se puede afirmar que las condiciones nutritivas del suelo y el clima fueron favorables y no influenciaron como covariables en los resultados.

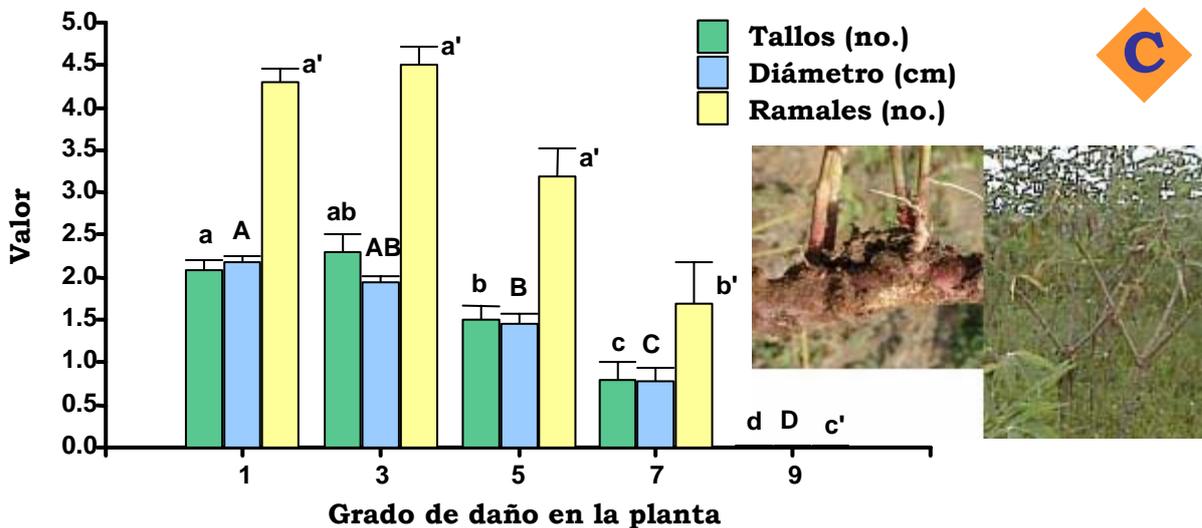
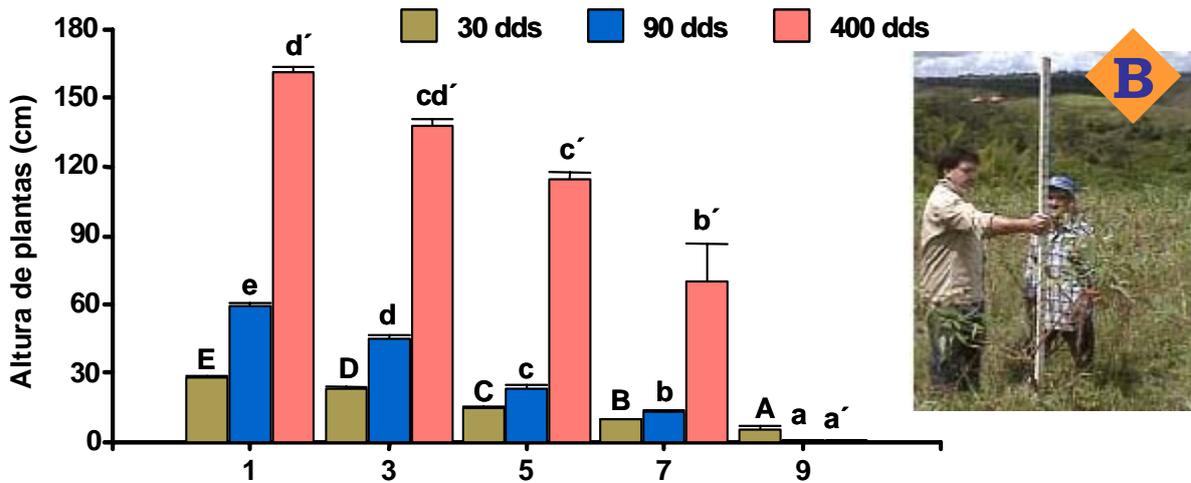
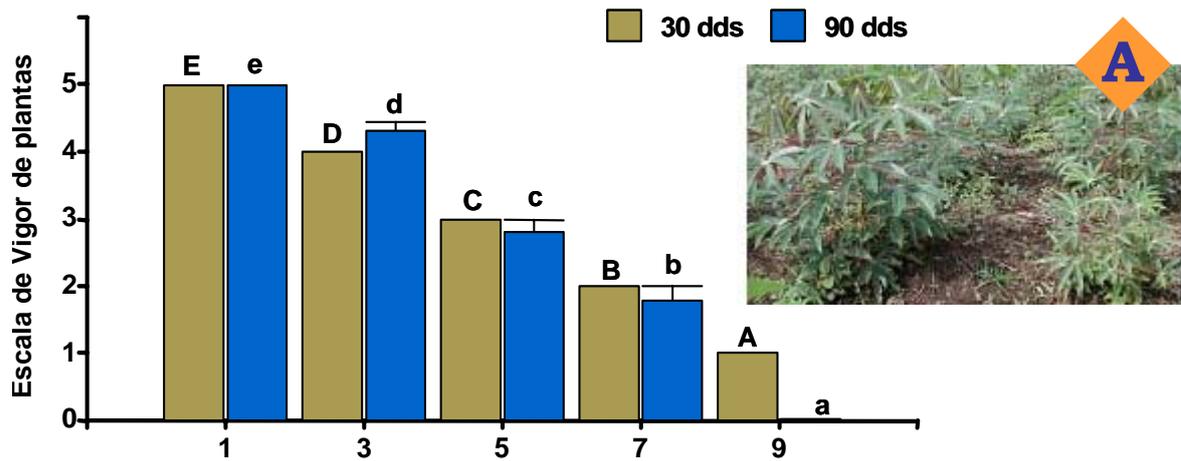


Figura 6. Variables evaluadas: (A) Vigor de plantas de yuca a los 30 y 90 dds (desde 0, planta muerta hasta 5, muy vigorosa); (B) Altura de planta (30, 90 y 400 dds); (C) Promedio de tallos (diámetro y número) y ramales (no.) por planta (400 dds) (Fotos autor). Las barras corresponden al error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.

En este análisis se hace referencia como raíz comercial a aquella vendida para consumo en fresco; sin embargo, la totalidad de raíces podría destinarse a la industria del almidón lo que ampliaría la rentabilidad para los productores de raíces de bajo peso y tamaño.

3.2.7. Rendimiento en peso total de raíces

El máximo rendimiento de raíces lo produjo el tratamiento testigo, con 4,3 kg/planta, seguido estadísticamente por el rendimiento de las plantas del menor nivel de daño inicial con 3,0 kg/planta; valores que superan la media de la variedad que es de 2,4 kg por planta (Morante, 2005). Entretanto las plantas de daño intermedio hacia irreuperable no produjeron raíces (**Figura 7 (B y C)**). Cabe mencionar que se aceptarían en la industria del almidón las raíces provenientes de las plantas de menor daño inicial junto a las de las plantas no afectadas.

3.2.8. Rendimiento en peso comercial de raíces

A diferencia de la anterior variable, en ésta última el testigo (escala 1) y el menor nivel de daño (escala 3) tuvieron un rendimiento estadísticamente similar, con un promedio de 2,6 kg de raíces/planta (**Figura 7 (B)**). Una vez más se podría inferir que, si el daño inicial es limitado, la planta se recupera y produce igual que una planta sin daño. Esto podría ocurrir, basado en la experiencia personal, ante las siguientes circunstancias: que la larva tenga suficiente espacio para recorrer el perfil de suelo alimentándose de más de una estaca durante su desarrollo; que la estaca se haya sembrado al final del estadio de larva III o en estado de prepupa, pupa y adulto, cuando el rizófago infiere poco o ningún daño al propágulo; y, que la planta haya superado el mes de edad antes de que la larva de estadio III la contacte.

Cabe considerar, con criterio empresarial, que las pérdidas no deberían superar el 5% para ejercer algún control contra las chisas, lo que significa aplicar algún método efectivo de control al encontrar tres plantas con larvas en 50 revisadas al azar por hectárea. Adicionalmente, debido a que en los muestreos de inmaduros de *Phyllophaga* sp. en fincas muestra

infestaciones no generalizadas, la aplicación de medidas debe hacerse tras muestreos secuenciales para conocer las zonas con infestación, acorde con lo encontrado por Velásquez (1994).

3.2.9. Daño en la raíz por chisas de segunda generación

La programación de siembra permitió exponer al cultivo a dos generaciones diferentes de la plaga, encontrándose que la segunda generación del rizófago, desarrollada paralelamente al proceso de engrosamiento de la raíz, no la daña, ni por raspado ni por perforación; aún cuando al arrancar las raíces se encontraron, entre una y tres chisas en larva III, en más de 100 plantas en todo el campo.

El resultado es opuesto a lo observado por Melo y Herrera, antes citados, quienes detectaron varios orificios de diferente tamaño en raíces de yuca, tanto en Panamá como en Colombia. La explicación puede ser que en el sitio del experimento las larvas hallaron suficiente alimento en la abundante cantidad de raicillas suculentas, tanto de la misma yuca, como de arvenses aledañas a la planta, comúnmente coincidentes a la época de cosecha en los cultivos de ciclo largo; daño que a poco tiempo de la cosecha no produce pérdidas económicas ni se detecta al nivel foliar; lo que se constituye como un punto a favor para la consideración de conservar un mulch vivo en las calles del cultivo a objeto de distraer al insecto y evitar su ataque a la raíz engrosada.

3.2.10. Análisis económico de las pérdidas en raíces

Las pérdidas económicas aún con el menor nivel de daño por venta de raíces de yuca para el mercado “en fresco” alcanzaron el 26%; y, el 30% para el mercado de almidón (**Cuadro 2**). Las pérdidas a mayor nivel de daño superan aún más los porcentajes mencionados.

Los detrimentos económicos significativos obligan a realizar el reemplazo de material de siembra inmediatamente a la detección del anormal desarrollo vegetativo de las jóvenes plantas de yuca, eliminando previamente las chisas del sitio de reemplazo.

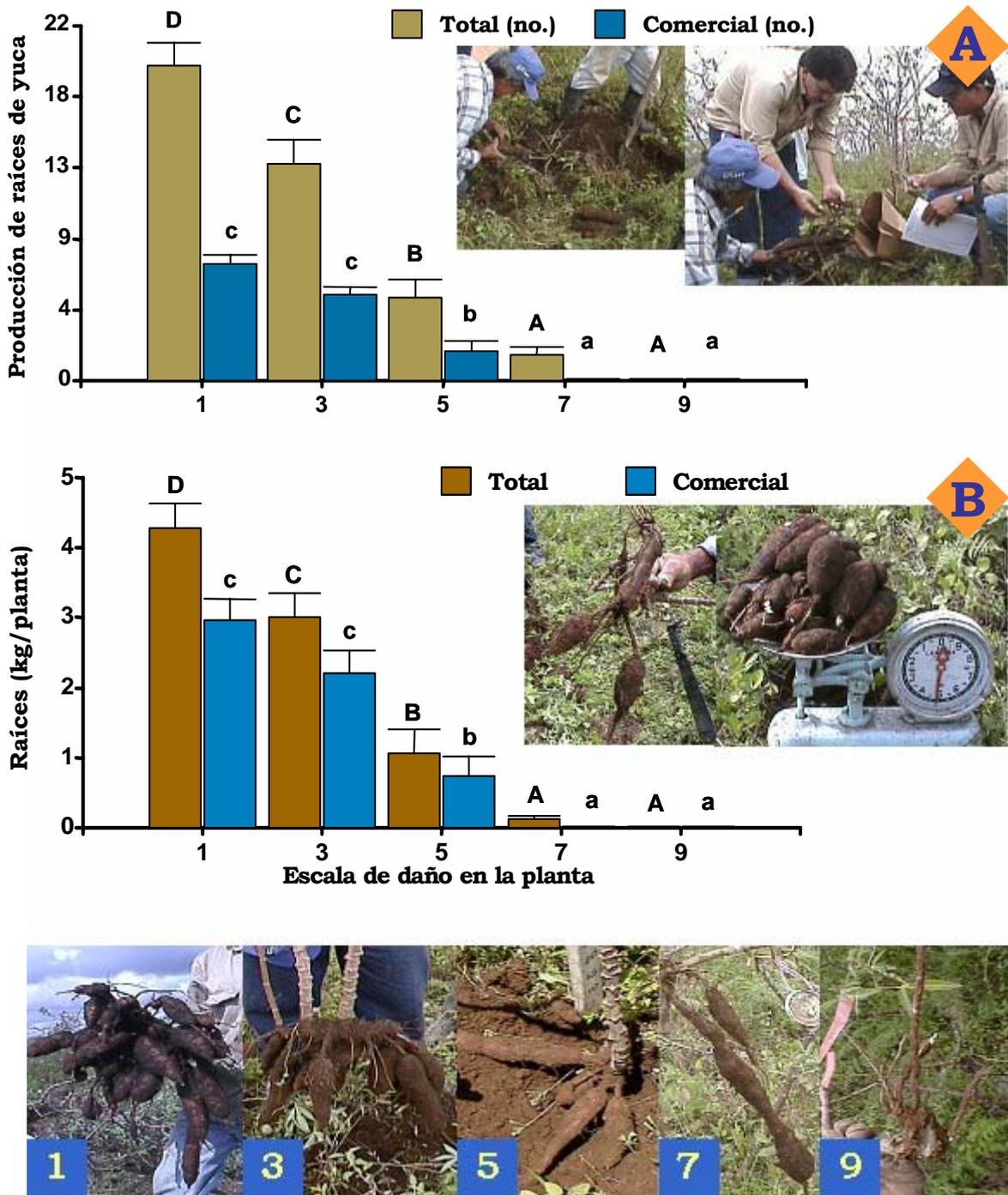


Figura 7. Evaluaciones a la cosecha (400 dds): (A) Número de raíces totales y comerciales por planta; (B) Rendimiento en kg/planta de raíces totales y comerciales; se muestra el error estándar; (C) Correspondencia del rendimiento de raíces de yuca con relación a la escala de valor agronómico inicial (1= excelente; 3= buena; 5= intermedia; 7= pobre; 9= muy pobre). La planta 9 que se muestra es de las escasas sobrevivientes (Fotos autor). Las barras indican el error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares corresponden a igualdad estadística.

Cuadro 2. Relación de ganancias y pérdidas en pesos colombianos por kg de raíz según diferentes niveles de daño por chisas en plantas de un lote comercial de yuca.

Daño *	Rendimiento (kg)		Ingresos (\$)		Pérdidas			
	Total	Comercial	Vendido para almidón	Vendido en fresco	Vendido para almidón (\$/kg)	Vendido en fresco (\$/kg)	Vendido para almidón (%)	Vendido en fresco (%)
1	4,28	2,98	1455,20	1192,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3,02	2,21	1026,80	884,00	428,40	308,00	29,44	25,84
3	1,06	0,73	360,40	292,00	1094,80	900,00	75,23	75,50
4	0,13	0,00	44,20	0,00	1411,00	1192,00	96,96	100,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	1455,20	1192,00	100,00	100,00

* Grado de daño en escala de 1 a 9, donde 1 equivale a ningún daño (Testigo) y 9 a daño severo (planta irrecuperable)

3.3. Conclusiones

Por lo analizado en el estudio, se puede afirmar que es posible identificar niveles de daño en plantas de lotes comerciales de yuca, dentro de los 30 días de edad, con base al valor agronómico, para trazar estrategias para el manejo apropiado del género de rizófagos *Phyllophaga* spp.

Aunque al inicio se diferencian cinco niveles de daño, por el comportamiento del rizófago, al final del experimento el testigo y el menor nivel de daño (escala 3) alcanzaron valores similares en altura de planta, número de tallos, diámetro y ramificaciones.

Todos los niveles de daño iniciales causaron al final pérdidas irrecuperables en rendimiento de yuca para el mercado en fresco.

Se infirió que si el menor nivel de daño no progresa, el vegetal continúa su desarrollo llegando a producir un satisfactorio peso de raíces totales (mercado de almidón); y, un peso de raíces comerciales estadísticamente similar al de una planta de yuca sana (mercado fresco).

En este estudio no se encontraron evidencias de que una segunda generación del rizófago, desarrollado paralelamente al engrosamiento de las raíces de yuca, provoque daño alguno a éstas, contrario a lo reportado.

Con base a este estudio y, conociendo bien el ciclo del rizófago en una localidad dada, se deduce que se minimizaría el daño al cultivo de yuca

sembrando antes o después de la presencia de la larva III, dependiendo de la disponibilidad de los requerimientos agroclimáticos del cultivo de interés. Adicionalmente, se dedujo que se deberían tomar medidas al encontrar dentro del mes de edad del cultivo, tres plantas o sitios de siembra (de 50/ha monitoreos al azar) con al menos una chisa/sitio, sobre una densidad de 10 000 plantas de yuca, por hectárea.

Finalmente, como última medida de remedio en cultivos sembrados en campo infestados con chisas, queda el reemplazo del material de siembra tan pronto se detecte el daño, con la eliminación previa de las chisas del sitio afectado; de otro modo las pérdidas económicas entrarán entre el 25 y el 30% solo con el menor nivel de daño.

3.4. Recomendaciones

Evaluar solo las variables altura de planta, número de raíces totales y comerciales así como peso total y comercial de éstas, para estudios similares con el cultivo de yuca.

Estudiar, con mayor número de plantas y con evaluaciones destructivas, la relación de la escala de valor agronómico con el número de chisas presentes por unidad experimental en campo abierto.

Establecer un experimento para verificar la preferencia o no de la larva por un solo sitio de alimentación, bajo la hipótesis de que a mayor alimento disponible menor daño producido en una sola planta.

Verificar el grado de daño de la plaga en raíces engrosadas, con y sin cobertura vegetal en las calles del cultivo, bajo la hipótesis de que a mayor cantidad de alimento, menor daño producido en una sola estaca (cultivo).

Evaluar cultivares de yuca comerciales o experimentales buscando resistencia genética de estacas de yuca al rizófago.

3.5. Bibliografía

ANDRADE, F. H. 2005. Momentos críticos para la determinación del rendimiento de los cultivos. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias. [En línea] <http://www.elsitioagricola.com/articulos/andrade/Determinacion%20del%20Rendimiento%20de%20Cultivos.asp>

- CASANOVES, F. 2004. Curso de Análisis Estadístico de Datos e Interpretación de Resultados con el software estadístico INFOSTAT. Universidad Tecnológica de Pereira, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Documentos de trabajo. Pereira, CO. p. 1.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, Co. p. 14.
- INFOSTAT. 2005. Software estadístico para análisis de datos. Grupo InfoStat de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, AR. [En línea] www.infostat.com.ar
- MORANTE, N. 2005. Descriptores agronómicos de la variedad SM-707-17. Biólogo Genético. Asistente de Investigación. Base de datos del Proyecto de Mejoramiento de Yuca, documentos de trabajo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO.
- ORTEGA-OJEDA, C. A.; MELO-MOLINA, E. L.; GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005. Densidad letal y niveles de daño de *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae) sobre estacas de yuca. Proyecto Manejo Integrado de Plagas Subterráneas de Suramérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. Póster.
- PARDO L., L. C.; MONTOYA L., J.; SCHOONHOVEN, A.; MORÓN, M. A. 2003. Composición y riqueza del complejo Melolonthidae (Coleoptera) en cuatro agroecosistemas del Cauca, Colombia. **En** Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Agustín Aragón García; Miguel Ángel Morón; Antonio Marín Jaramillo (Eds.). Universidad Autónoma de Puebla. MX. p. 29-43.
- VELÁSQUEZ, M. 1994. Incidencia y control del complejo *Phyllophaga* spp. en Guatemala. En: Biología y Control de *Phyllophaga* spp. Shannon y Carballo Eds. Informe Técnico No. 277. Seminario-Taller Centroamericano sobre la Biología y Control de *Phyllophaga* spp. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. Turrialba, CR. p. 1-5.

IV. DENSIDAD LETAL Y NIVELES DE DAÑO DE *Phyllophaga menetriesi* BLANCHARD (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) SOBRE ESTACAS DE YUCA



Resumen

Buscando conocer mejor la dinámica chisa *Phyllophaga menetriesi* vs. cultivo de yuca para identificar un umbral de acción para el rizófago, se planteó un experimento en campo, en Pescador, Cauca; donde las unidades experimentales comprendieron una estaca de 20 cm y cinco densidades de larvas III iniciales del insecto (0, 1, 3, 5 y 7 chisas) en contenedores plásticos con 0,028 m³ de suelo agrícola; con seis repeticiones. Se calificó cada unidad experimental por su vigor foliar con valores de 1 a 9 (desde planta ideal hasta irrecuperable), cada cuatro días, a partir de los 17 días desde la siembra (dds). Al final, aunque sobrevivió hasta el 70% de las plantas de yuca atacadas por una sola chisa, sus estacas perdieron el 53% de su potencial productivo por el consumo del rizófago de corteza, médula y raíces. El tratamiento de tres chisas/planta, eliminó tres de seis repeticiones en solo 56 días; mientras que el extremo de siete lo hicieron en solo 24 días, durante el establecimiento del cultivo. El mismo tratamiento de siete larvas/planta eliminaron las seis repeticiones en apenas 35 días ($p \leq 0,05$). Por tanto se estableció que el umbral de acción contra el rizófago en yuca, a la siembra, es inferior a una larva por planta. En el peor caso entre cinco y siete larvas desarrollándose en una misma planta desde la siembra, consumen más del 93% de corteza y 35% de médula, en dos meses. Debe entonces evitarse la coincidencia del rizófago (larva III) con la plantación.

Palabras clave: Chisas. Insecto. Rizófago. Larva III. Umbral de acción. Cauca.

4.1. Material y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Finca Bellavista, ubicada en la Vereda Pescador del Municipio de Caldoño, Cauca, a 1 580 m de altitud.

Se emplearon estacas de yuca de 20 cm de longitud provenientes del tercio medio de plantas de la variedad SM 707-17; las que se sembraron verticalmente, en baldes plásticos (40 cm de alto por 30 cm de diámetro), con capacidad para 28 000 cm³ de suelo agrícola local y con drenaje inferior de 6 cm de diámetro protegido con malla metálica.

Las larvas de *P. menetriesi* de tercer estadio inicial, provenientes de la cría en el *campus* experimental del CIAT, se liberaron, conforme a las densidades definidas, sobre la superficie del sustrato, equidistantes entre sí, la estaca y la pared del balde; reemplazando aquellas que no se introducían después de 10 min, por otras larvas más vigorosas.

La metodología empleada si bien confina al insecto, trataba de replicar las condiciones naturales al ubicar los baldes en zanjas excavadas en uno de los lotes de la finca; los cuales se introdujeron hasta un 95% de su altura, para evitar la influencia de la temperatura y luz directa del sol sobre las paredes externas del balde. La superficie interna del sustrato se ubicó a la misma altitud que el terreno externo a los baldes (**Figura 8**).

El experimento se dispuso en un Diseño de bloques completos aleatorizados DBCA, conformado por seis repeticiones, cada una de cinco tratamientos (0, 1, 3, 5 y 7 larvas/tratamiento). La unidad experimental se conformó por un balde conteniendo una estaca de yuca y la correspondiente densidad de las larvas III.

Las evaluaciones iniciaron a los 17 días desde la siembra, tomando datos cada cuatro días, hasta los 60 días que duró el experimento. Durante este periodo se registró, además de la mortalidad de plantas, la variable valor agronómico, tomando en cuenta para ello, al mismo tiempo, el vigor del vegetal, desarrollo vegetativo y color de follaje, básicamente. La escala visual propuesta para la cualificación de esta variable fue de 1 a 9, donde 1 correspondió a una planta ideal y 9 a una irrecuperable (**Figura 9**), y es una adaptación de la utilizada para la variable adaptación vegetativa en el fitomejoramiento de frijol (CIAT, 1987).



Figura 8. A partir de adultos (a) capturados en trampas de luz negra se obtuvo una cría de *P. menetriesi* (b), mientras las estacas (c) provienen de la variedad de yuca SM 707-17; las estacas se insertan verticalmente en baldes con sustrato agrícola local sobre el que se liberan las larvas III (d, e). Después de la emergencia (f), se evalúa valor agronómico (g), daño interno y externo (h) y mortalidad de plantas, durante 60 días (Fotos autor).



Figura 9. Escala visual para evaluar Valor Agronómico de plantas de yuca, donde (1) corresponde a una planta ideal, vigorosa y de buen color, mientras que (9) corresponde a una irrecuperable, enana, clorótica y/o marchita (Fotos autor).

Una vez reconocida la muerte de las plantas se extrajo la estaca y se calificó el daño externo e interno de la misma a causa de la alimentación del rizófago. Por otra parte, las larvas extraídas al evaluar el sustrato se contabilizaron para verificar la permanencia de la población inicial en cada tratamiento, durante todo el experimento.

Los análisis de varianza y pruebas de significación (Tukey $p \leq 0,05$) se realizaron con el paquete informático estadístico InfoStat (2005).

4.2. Resultados y Discusión

4.2.1. Daño externo en la estaca

Se encontró que una sola larva daña por consumo hasta el 53% de la estaca (corteza y zona cambial); y, a partir de esta densidad los demás tratamientos superan el 70% de daño externo. Todos los tratamientos fueron diferentes al testigo absoluto (Tukey $p \leq 0,05$) (**Figura 10**).

Esto indicaría que, aún movilizándose la larva en busca de otra estaca fresca para alimentarse, su consumo (daño) habrá comprometido significativamente el potencial de rendimiento de la futura planta pues en su establecimiento carecería del suficiente alimento de reserva para cumplir sus procesos fisiológicos.

4.2.2. Daño interno en la estaca

Después de una corrección de datos por $\sqrt{x+1}$ se encontró que una sola larva confinada (T2) produce hasta un 6,7% de daño interno (barrenado) en la estaca (**Figura 11**); y, a partir del tratamiento 5 se supera el 35%. Ningún tratamiento igualó al testigo (Tukey $p \leq 0,05$).

Aunque el significativo daño interno ocurre seguramente por el confinamiento, este resultado y el anterior son un claro indicativo de la capacidad de daño de una sola larva por estaca, lo que contradice el estimativo técnico de controlar a la plaga en determinados cultivos cuando se encuentren cuatro larvas por planta sostenido por autores como Ayala y Monterroso (1998).

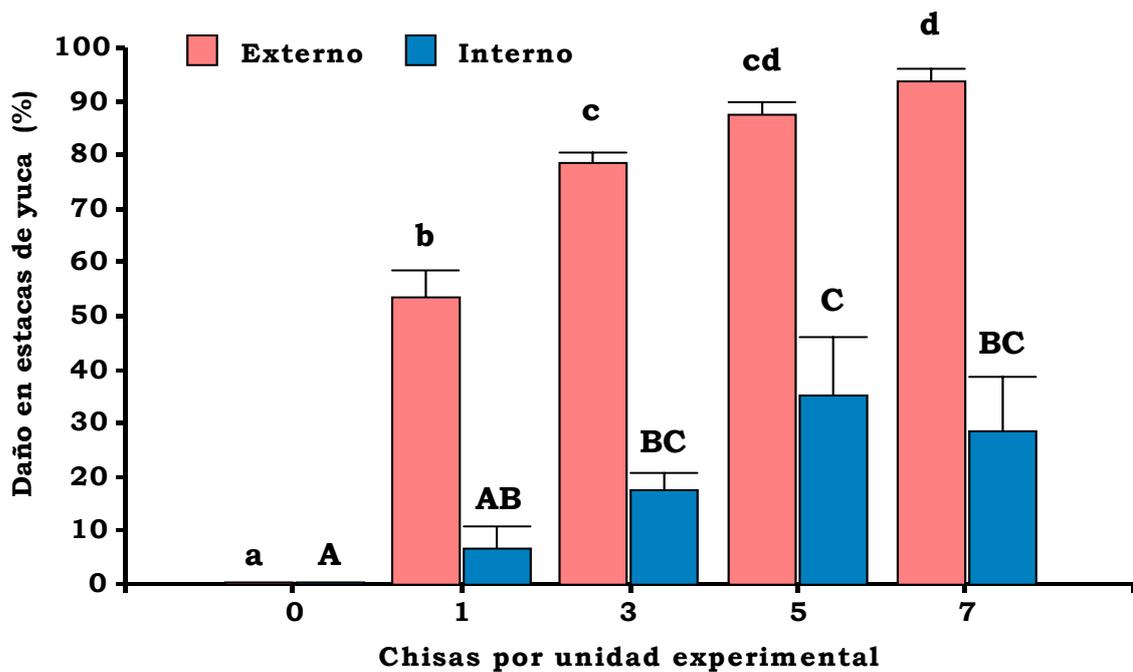


Figura 10. Consumo (daño) externo e interno de estacas de yuca, ante 0, 1, 3, 5 y 7 larvas por tratamiento (Tukey $p \leq 0,05$).



Figura 11. Diferencias en vigor (izquierda) y daños externo e interno (derecha) producidos por chisas en estacas de yuca, durante los dos primeros meses del cultivo (Fotos autor).

4.2.3. Vigor de la planta

Las plantas con chisas muestran una clara tendencia a deteriorarse en forma directamente proporcional a la densidad de la plaga;

llegando incluso a morir, en poco tiempo (**Figura 12**). En todos los tiempos el análisis de varianza muestra significación (Tukey $p \leq 0,05$) para los tratamientos.

Hasta los 20 dds todos los tratamientos con chisas (T2 a T5) se ubican en el mayor rango de la escala de daño (5 a 7). A partir de los 24 dds se presentaron diferencias ($p \leq 0,05$) entre una chisa por planta (T2) y los tratamientos con mayor densidad de chisas; mostrando en la escala de valor agronómico, que aún con solo un individuo por planta las pérdidas alcanzan el grado 5 de ésta (daño intermedio) lo que implica graves pérdidas.

4.2.4. Densidad letal del rizófago en estacas de yuca

Durante los dos meses del experimento el tratamiento con una chisa no elimina al 50% de las seis repeticiones (**Figura 13**), pero el eliminar el 30% de esta población en solo 49 días es irreparable, con base a lo expuesto por Bellotti *et al.* (2002). Cabe destacar que el tratamiento de tres chisas/planta, un promedio comúnmente encontrado por el autor en la naturaleza, eliminan al 50% de las repeticiones en solo 56 días desde el establecimiento de éstas.

Observado el vigor de la filósfera y más aún de la rizósfera de las plantas de menor daño sobrevivientes y, según lo encontrado por Ortega-Ojeda *et al.* (2005), se puede inferir que las mismas tendrán muy bajos rendimientos al final de su ciclo en número y peso de raíces comerciales; esto, siempre y cuando no haya más daño al llegar las chisas al estadio de desarrollo de prepupa, cuando cesa su alimentación y, por consiguiente, su perjuicio.

Lo antepuesto es una verificación foliar de lo hallado al nivel de la estaca, lo que indica que bien se pueden identificar niveles de daño por este medio visual, conforme a lo encontrado en el estudio mencionado de Ortega-Ojeda *et al.* (antes citados), a campo abierto en un lote comercial de yuca. Sin embargo, este indicativo deberá detectarse muy tempranamente, al mes de edad del cultivo, porque según los resultados, el umbral de acción estaría por debajo de una chisa por planta.

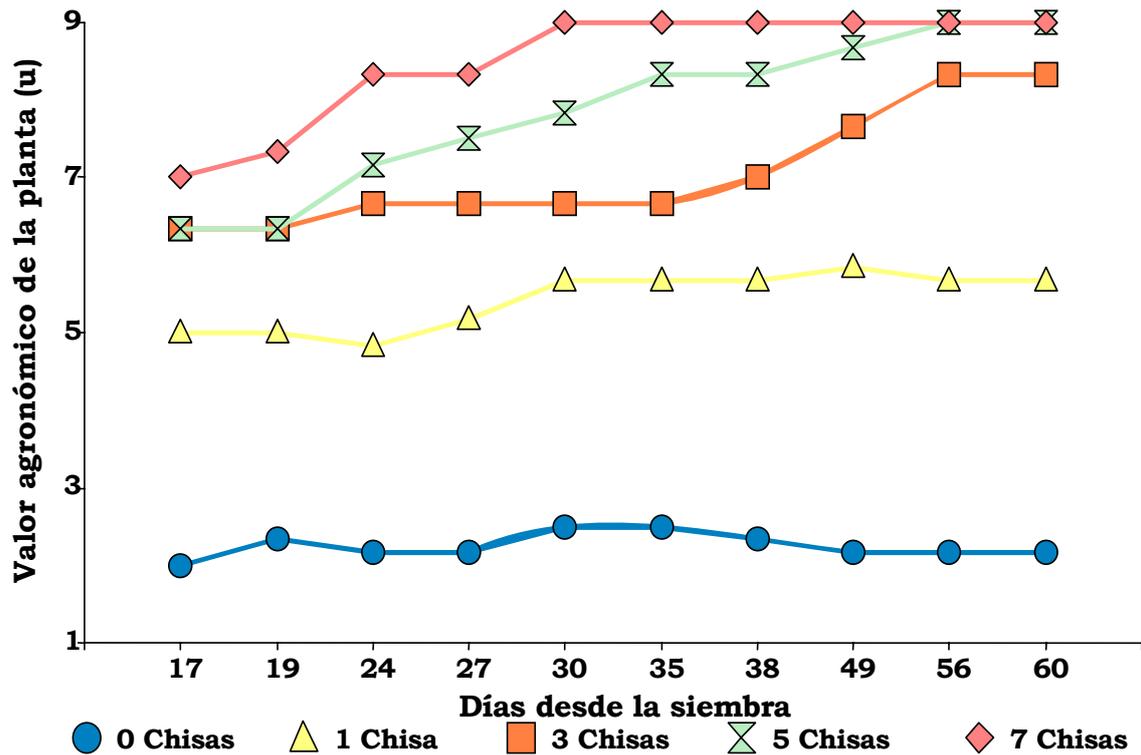


Figura 12. Efecto en el valor agronómico (vigor) de la planta de yuca, en el tiempo, bajo diferentes densidades de chisas (Tukey $p \leq 0,05$).

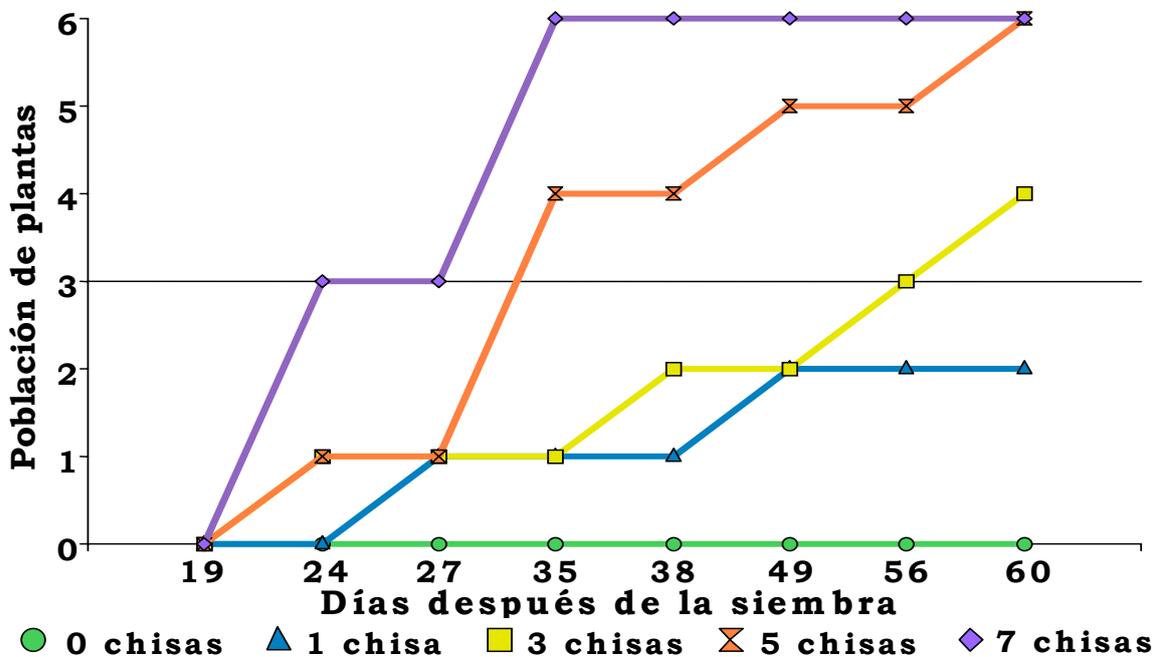


Figura 13. Días de consumo vs. mortalidad de plantas de yuca, con cuatro densidades de chisas (línea de corte en el 50% de las seis repeticiones del experimento (Tukey $p \leq 0,05$)).

Al ejercer medidas de control en el nivel 3 de daño, si bien no se recuperaría el rendimiento original, tampoco se perdería del todo la inversión en semilla. Por tanto, a fin de mantener las pérdidas bajo el 5%, se deberían aplicar medidas de control al encontrar tres plantas (de 50/ha revisadas al azar) con chisas.

4.3. Conclusiones

Aunque sobrevivieron hasta el 70% de las plantas de yuca atacadas por una sola chisa, éstas perdieron al menos el 53% de su potencial productivo por el consumo del rizófago de corteza, médula y raíces de la estaca.

El tratamiento con tres chisas por planta, eliminó al 50% de repeticiones en solo 56 días; mientras que el extremo de siete lo hicieron en solo 24 días, durante el establecimiento del cultivo. Las mismas siete larvas eliminaron la totalidad de repeticiones en apenas 35 días.

Siendo entonces el umbral de acción inferior a una chisa por planta, el control de *P. menetriesi* se debe hacer evadiendo al estado de desarrollo más dañino de éste (larva mayor o III); y, actuando dentro de los primeros 30 días de edad del cultivo para que las pérdidas no sean significativas.

Se dedujo que para limitar las pérdidas al 5%, se debería efectuar algún control al encontrar tres plantas (de 50/ha revisadas al zar) con chisas dentro del mes de edad del cultivo.

4.4. Bibliografía

- AYALA M., J. E.; MONTERROSO, L. E. 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la Gallina Ciega. Programa regional de reforzamiento a la investigación agronómica sobre los granos de Centroamérica. Costa Rica. Manual para Técnicos 2. p. 29.
- BELLOTTI, A. C.; ARIAS V., B.; VARGAS H., O.; PEÑA, J. E. 2002. Pérdidas en rendimiento del cultivo de yuca causadas por insectos y ácaros. En: La Yuca en el Tercer Milenio; Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Comp. Por Bernardo Ospina y Hernán Ceballos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. p. 212-215.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, CO. p. 14.

- INFOSTAT. 2005. Software estadístico para análisis de datos. Grupo InfoStat de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, AR. [En línea] www.infostat.com.ar
- ORTEGA-OJEDA, C. A.; MELO-MOLINA, E. L.; GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005. Identificación de niveles de daño del rizófago *Phyllophaga menetriesi* B. (Coleoptera: Melolonthidae) en un cultivo comercial de yuca. Proyecto de Manejo Integrado de Plagas Subterráneas en Suramérica, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. Póster.

V. IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE DAÑO DE LOS RIZÓFAGOS *Phyllophaga* spp. (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN UN CULTIVO COMERCIAL DE MAÍZ



Resumen

A fin de disponer de una escala visual del daño del rizófago *Phyllophaga* spp. para el cultivo de maíz, se planteó un estudio observacional a campo abierto, en plantas establecidas bajo infestación natural de la plaga, estableciendo las unidades experimentales (UE) por cualificación, en Pescador, Cauca. Las UE compuestas por tres plantas de maíz (0,8 m²) se seleccionaron a los 30 días desde la siembra (dds), recorriendo el cultivo y marcando 10 sitios (repeticiones) por cada uno de cinco niveles de daño (1, 3, 5, 7 y 9), desde planta ideal a irrecuperable, con base a su valor agronómico. Analizados los resultados se puede afirmar que es posible identificar niveles de daño con base al valor agronómico en un campo comercial de maíz, 30 dds para manejar apropiadamente a la chisa. El menor nivel de daño identificado en la escala durante el establecimiento del cultivo en este estudio observacional, causa pérdidas significativas del rendimiento; mientras que una generación de chisas coincidente con el cultivo en madurez, sobre todo estando ausente *Phyllophaga menetriesi*, no afectaría a las plantas de modo significativo, ni en su valor agronómico, ni en su rendimiento en grano seco. por lo que debe evitarse la presencia del rizófago o escapar a su daño alejando la fecha de siembra del estadio larval dañino de la chisa (larva III). Adicionalmente, se dedujo que debe actuarse contra el rizófago al encontrarlo en tres plantas de 50 monitoreadas al azar por hectárea, para limitar al 5% las pérdidas en maíz.

Palabras clave: Chisas. Estudio observacional. Escala visual de daño. Valor agronómico. Rizófago. Cauca.

5.1. Material y Métodos

El estudio observacional se llevó a cabo en la Finca Bellavista, ubicada en la Vereda Pescador del Municipio de Caldoño, Cauca, a 1 580 m de altitud (Lat. N 2° 49' 15,1 y Lon. W 76° 33' 45,6).

Se sembraron 1 200 m² con la variedad de maíz ICA V-305 (37 500 plantas/ha) en un sector usualmente infestado de chisas (**Figura 14**); lo que se verificó con un muestreo de suelo al azar, con la metodología descrita por Pardo *et al.* (2003) (**Figura 15**) y, disturbando lo menos posible al insecto, al que se lo dejó en el mismo sitio luego del muestreo.



Figura 14. Campo de maíz en el sector de Pescador, Cauca, con clara pérdida de densidad de plantas de maíz a causa del rizófago *P. menetriesi* (Foto autor).

Al tratarse de un estudio observacional los tratamientos se asignaron es decir, no fueron inducidos (Casanoves, 2004), utilizando para ello una escala de valor agronómico (Ortega-Ojeda *et al.*, 2005) con cinco clases (**Cuadro 3**), conformada a partir de la variable de “adaptación vegetativa” utilizada en fitomejoramiento de frijol (CIAT, 1987). Los sitios elegidos como unidades experimentales debían contener todas sus plantas el mismo morfotipo.

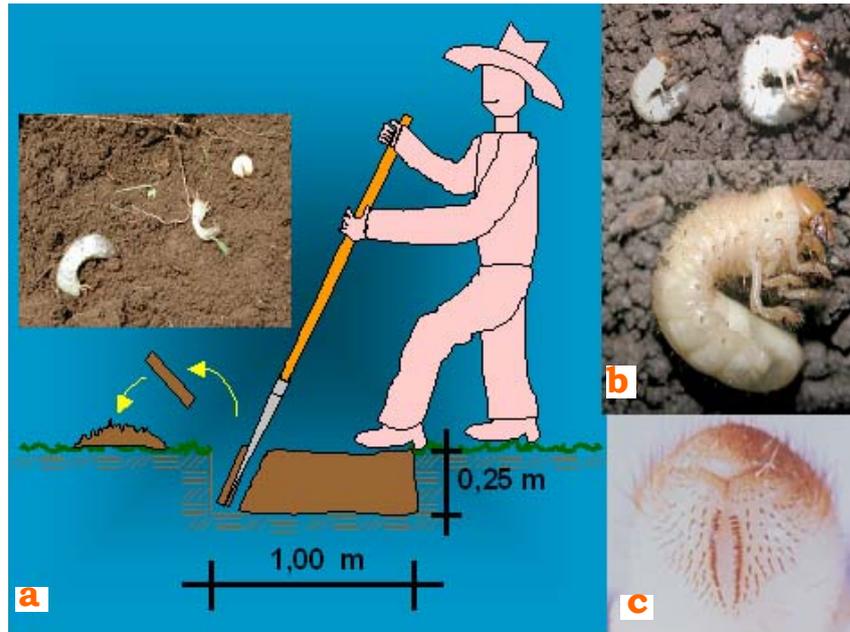


Figura 15. Metodología para el muestreo de *P. menetriesi*: (a) excavación de 1,00 m² de suelo hasta 0,25 m de profundidad; (b) Morfología de los tres estadios larvales del insecto; (c) Configuración de la palidia en el ráster de la larva III para verificación del género (Fotos autor).

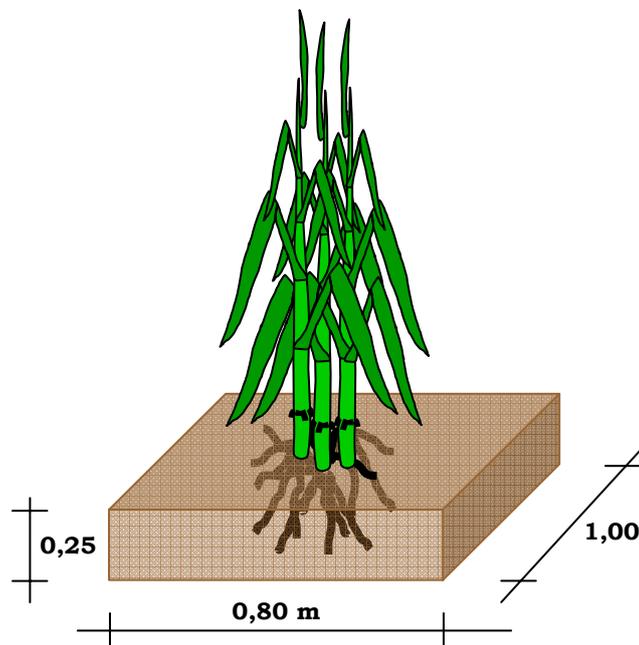


Figura 16. Unidad experimental y de muestreo de chisas en el cultivo de maíz duro *Zea mays*.

Se tomaron 10 sitios de cada clase obteniendo 10 repeticiones de cinco tratamientos, cada uno con una unidad experimental de 1 m² a fin

de detectar eficientemente un posible foco de larvas de la plaga; por lo que estuvieron conformadas por tres plantas de maíz por sitio y las chisas halladas de forma natural en la rizósfera (**Figura 16**) Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo unifactorial. Los análisis se realizaron con el paquete informático estadístico InfoStat (2005).

Cuadro 3. Escala fenotípica para evaluación de valor agronómico en plantas jóvenes de maíz, a partir de los 30 días desde la siembra (Fotos autor).

Escala	Planta	Morfotipo	Correspondencia
1	Excelente		Planta ideal (Testigo) ≥ 20 cm (excelente arquitectura y desarrollo vegetativo).
3	Buena		Planta satisfactoria $\geq 15 < 20$ cm (arquitectura tolerable desarrollo incompleto).
5	Intermedia		Planta pequeña $\geq 10 < 15$ cm (arquitectura deficiente, mucha clorosis).
7	Pobre		Planta enana $\geq 5 < 10$ cm (arquitectura raquítica; pocas y pequeñas hojas).
9	Muy Pobre		Planta irrecuperable < 5 cm (sin arquitectura, tallos reducidos y/o marchitos).

Las evaluaciones iniciaron a los 30 días desde la siembra (dds); y, la amplia densidad de siembra de las plantas de maíz (tres por m²), permitió que éstas se desarrollen apropiadamente durante al menos el 50% de su ciclo de vida; por lo que no hubo necesidad de cuidar el efecto de borde de

las plantas seleccionadas, pues es en el inicio del crecimiento vegetativo donde es determinante cualquier tipo de competencia (Andrade, 2005). Siendo la única variable el ataque del rizófago se considera por ende, que los resultados del experimento se deben únicamente al daño inicial de *Phyllophaga*.

5.2. Resultados y Discusión

5.2.1. Altura de planta a los 30 dds

El análisis demostró que la escala de evaluación propuesta con base al valor agronómico funcionó como se esperaba al seleccionar las plantas para cada tratamiento, pues cada clase de la escala se ubicó en diferente rango de significación ($p \leq 0,05$) (**Figura 17 (A)**); lo que valida el resto de información recabada.

5.2.2. Altura de planta a los 90 dds

El tratamiento testigo y el menor nivel de daño alcanzaron igual altura de planta, con una máxima de 2,69 m (**Figura 17 (A)**). La media de la variedad está en 2,34 m (Navas *et al.*, 2004; 1993), por lo que se deduce que agronómicamente el cultivo del estudio se manejó de forma apropiada y en una región ventajosa. A partir del nivel de daño intermedio la altura de planta es significativamente inferior, con un promedio de 1,82 m, incluso de la media varietal.

5.2.3. Número de plantas a los 30 dds

A los 30 dds no se presentan diferencias en número de plantas ($p \leq 0,05$), aunque en valor agronómico las haya, esto puede deberse a que las chisas primero se alimentan de raíces y posteriormente del hipocótilo de la planta, por lo que no se notó pérdida de plantas a la fecha (**Figuras 17 (B)**).

5.2.4. Número de plantas a los 90 dds

Los resultados mostraron a los niveles de daño 5 y 7 con un comportamiento inestable; sin embargo los tratamientos 1 y 3 (testigo y

menor nivel de daño) tuvieron un promedio de 3,3 plantas por sitio, frente al tratamiento 9 (plantas de nivel de daño irrecuperable), con 1,3 plantas por sitio. Esta variable muestra que luego de un daño inicial a raíces y raicillas, la plaga *P. menetriesi* pasa a trozar plantas, lo que causa una disminución significativa ($p \leq 0,05$) de éstas en los niveles de daño 5 a 9 (**Figura 17 (B)**), contrario a lo observado a los 30 dds. El testigo se mantuvo con 2,4 plantas por sitio, mientras que los demás tratamientos tuvieron menos de 1,7 plantas por sitio.

5.2.5. Altura de inserción de mazorca

El testigo produjo una mazorca a 1,45 m, mientras que el mayor nivel de daño la ubicó en 0,32 m. Los demás tratamientos tuvieron una media de 1,17 m. La media de la variedad está en 1,30 m (Navas *et al.*, 2004; 1993), por lo que se deduce que el genotipo se vio influenciado por todos los niveles de daño excepto el testigo. Cabe indicar además, que esta variable guardó mucha correspondencia con la de altura de planta (**Figura 17 (A)**), como era de esperarse por lo que se conoce del comportamiento genético de este cultivo.

5.2.6. Diámetro promedio de tallo

Los mayores diámetros (2,63 cm máximo y 2,17 cm mínimo) correspondieron a las escalas 1 (testigo), 3 y 5 de daño (**Figura 17 (C)**); con una tendencia clara a disminuir el diámetro de tallo conforme peor es el nivel de la escala de valor agronómico (hacia irrecuperable). Esta variable es importante en la medida en que puede influenciar el mayor o menor acame de las plantas y, de ese modo, incidir indirectamente en el rendimiento.

5.2.7. Número de mazorcas por tratamiento

Los resultados de esta variable guardan lógica con el vigor de las plantas de cada tratamiento, debido a que existe una clara tendencia a disminuir el número de mazorcas por planta, de 2,4 en el testigo a 0,1 en el nivel de daño 9, en las pocas plantas sobrevivientes (Figura 1 c),

conforme aumenta el nivel de daño. Una vez más se verifica la utilidad de la escala para predecir desde el inicio (cuando se identifican los niveles de daño) lo que ocurrirá con las pérdidas al final del ciclo del cultivo. (**Figura 17 (C)**).

5.2.8. Peso de mazorcas por tratamiento

Ninguno de los niveles de daño alcanzó al testigo absoluto (T1), cuyo valor fue de 358,7 g, en contraposición al promedio de 78,7g de los tratamientos 2 al 5 (niveles de daño 3 a 9) (**Figura 18 (A)**); mostrando una obvia tendencia inversamente proporcional, entre el rendimiento en peso de mazorcas por planta y la gravedad de la escala de daño.

5.2.9. Rendimiento en grano seco

El resultado es similar al anterior, distanciándose en el menor rango el Tratamiento 1 (testigo o nivel de daño 1) con un rendimiento de 305,4 g (**Figura 18 (A)**) de todos los demás tratamientos. Los resultados de esta variable y la anterior son notables debido a que son directos indicadores del rendimiento, por lo que se deduce que, aunque la plaga inicialmente no demuestre diferencias estadísticas entre las primeras fases del cultivo, si afecta al rendimiento al final del ciclo.

5.2.10. Peso de 100 semillas

Se presentó una clara tendencia a producir mayor peso de grano conforme menor fue el nivel de daño de las plantas (Tukey $p \leq 0,05$). Los mejores tratamientos fueron el testigo y el menor nivel de daño, con un promedio de 38,8 g, frente al inestable tratamiento intermedio o nivel de daño 5 (30,6 g) y a los peores niveles de daño 7 (23,0 g) y 9 (2,63 g) (**Figura 18 (B)**).

Al relacionar estos resultados con los de las dos variables anteriores, se puede inferir que, aunque los tres primeros niveles de daño son estadísticamente similares en peso de 100 semillas, la cantidad en grano producido por el testigo (mayor número de mazorcas por planta) lo distancia de los otros dos. En ese sentido, es claro que debe evitarse la

mínima presencia del rizófago para no tener pérdidas en rendimiento. Adicionalmente, se puede considerar que para mantener solo un 5% de estas, se deberían tomar medidas al encontrar tres sitios (de 50/ha monitoreos al azar) con al menos una chisa/sitio (sobre una densidad de 30 000 plantas/ha). Adicionalmente, debido a que *Phyllophaga* sp. en fincas muestra infestaciones no generalizadas, la aplicación de medidas debe hacerse después de muestrear secuencialmente para conocer las zonas con infestación real (Velásquez, 1994).

5.2.11. Daño de chisas en cultivo maduro

No se encontraron larvas de *Phyllophaga menetriesi* a la fecha de cosecha, pues se hallaban a más de 30 cm, en estado de pupa, acorde con los estudios de Pardo (2002) y a lo encontrado en campo durante la evaluación. Las larvas que si se hallaron y que corresponderían a las especies *Astaena* sp., *Cyclocephala* sp., *Anomala* sp., *Plectris fácil*, y *P. pavidá*, principalmente, e identificadas con base a la forma de la palidia en el ráster de las mismas (Londoño *et al.*, 2002; Pardo, 2002; Argüello *et al.*, 1999), no son tan agresivas como *P. menetriesi*, por lo que su daño no se reflejó en el cultivo; contrario a lo sostenido por Posada (1993), quien afirma que en las etapas más avanzadas de desarrollo de los cultivos se causa amarillamiento, vaneamiento y hasta volcamiento.

Concomitantemente, se destaca que las diferencias encontradas (Tukey $p \leq 0,05$), mostrarían que a mayor valor agronómico hay mayor población de chisas (**Figura 18 (C)**), seguramente por la preferencia de oviposición de las madres para asegurar la sobrevivencia de su progenie. Esta población, sin embargo, no causa daño significativo debido a que coincidió con la época en la que el cultivo (cosecha) había cumplido su ciclo y su rendimiento no podía afectarse.

5.2.12. Análisis económico de las pérdidas en grano seco

Como se aprecia en el **Cuadro 4**, aún con el menor daño observado las pérdidas son catastróficas (50%); lo que obligaría a una

resiembrada inmediata a la detección del daño, con previa eliminación de las chisas del sitio a reemplazar.

Cuadro 4. Relación de ganancias y pérdidas en pesos colombianos por kg de grano de maíz amarillo según diferentes niveles de daño por chisas en plantas de un lote comercial.

Grado de daño*	Rendimiento (kg)	Ingresos (\$/kg)	Pérdidas	
			(\$/kg)	(%)
1	0,305	223,84	0,00	0,00
2	0,152	111,75	112,10	50,08
3	0,072	52,49	171,35	76,55
4	0,039	28,84	195,00	87,11
5	0,004	2,63	221,21	98,82

* En escala de 1 a 9, donde 1 equivale a ningún daño (Testigo) y 9 a daño severo (planta irrecuperable)

5.3. Conclusiones

Por lo analizado en este estudio, se puede afirmar que es posible identificar niveles de daño en plantas de un lote comercial de maíz, dentro de los 30 días de edad, con base al valor agronómico, para trazar estrategias para el manejo de *Phyllophaga*.

A partir del menor nivel de daño identificado durante el establecimiento del cultivo en este estudio observacional, se tienen pérdidas significativas en el rendimiento final del maíz.

Las poblaciones de chisas que coinciden con la fase de madurez del cultivo, estando ausente *P. menetriesi*, no afectan significativamente al vigor de la planta de maíz ni al rendimiento en grano seco.

Las pérdidas económicas en porcentaje son altamente significativas aún con el menor nivel de daño, pues alcanzaron el 50% en maíz.

Por lo anterior, se infirió que para reducir las pérdidas debe evitarse la coincidencia de la siembra del cultivo con la presencia en campo del estadio larval III de la chisa; y, tomar medidas al encontrar tres sitios (de 50/ha monitoreos al azar) con al menos una chisa/sitio, sobre una densidad de 30 000 plantas/ha.

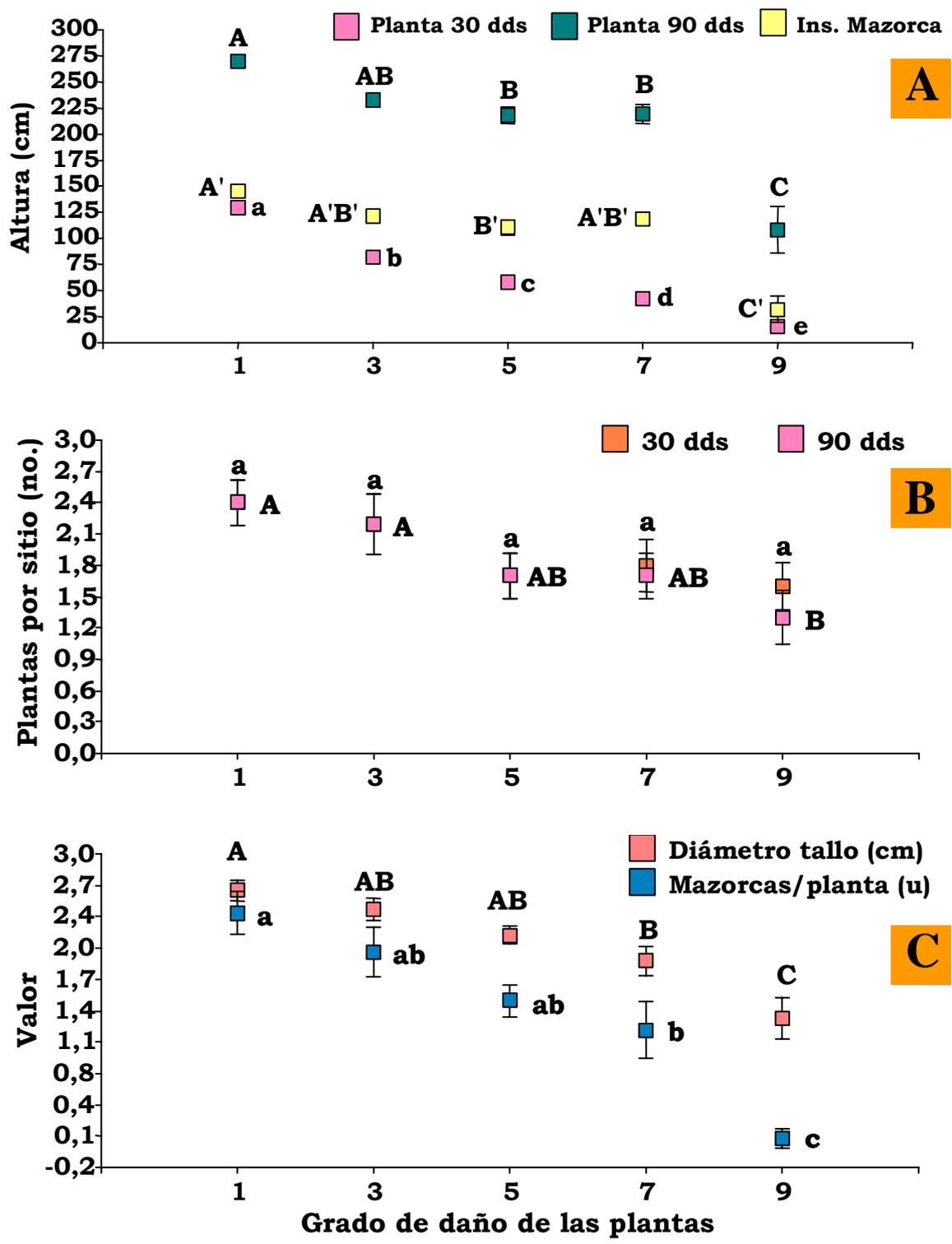


Figura 17. Variables evaluadas en maíz: (A) Altura de plantas a los 30 dds y 90 dds (madurez fisiológica) y Altura de inserción (Ins.) de mazorca (90 dds); (B) Número de plantas por sitio a los 30 dds y a madurez fisiológica (90 dds); (C) Diámetro de tallo (cm) y número de mazorcas por planta a madurez fisiológica (u). Las barras corresponden al error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.

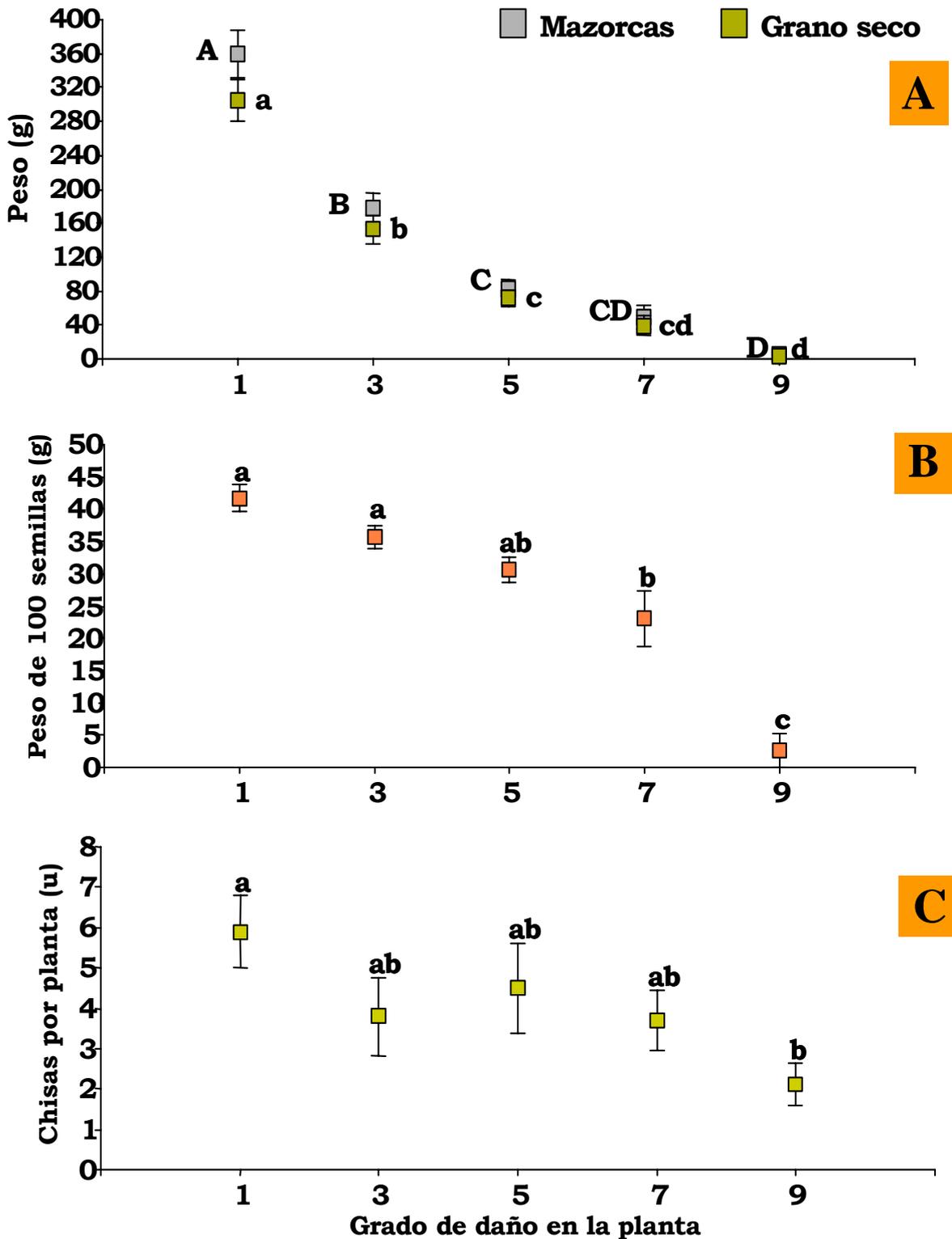


Figura 18. Variables evaluadas en maíz: (A) Rendimiento, en gramos, de mazorcas por planta y de grano seco, a la cosecha (150 dds); (B) Peso de 100 semillas en grano seco (g); (C) Número (u) de chisas de segunda generación por planta y por tratamiento. Las barras corresponden al error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.

5.4. Bibliografía

- ANDRADE, F. H. 2005. Momentos críticos para la determinación del rendimiento de los cultivos. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias. [En línea] <http://www.elsitioagricola.com/articulos/andrade/Determinacion%20del%20Rendimiento%20de%20Cultivos.asp>
- ARGÜELLO, H.; CÁCERES, O.; MORÓN, M. A. 1999. Guía ilustrada para identificación de especies de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) presentes en las principales zonas agrícolas de Nicaragua. Escuela Agrícola Panamericana ZAMORANO. Honduras. p. 28.
- CASANOVES, F. 2004. Curso de Análisis Estadístico de Datos e Interpretación de Resultados con el software estadístico INFOSTAT. Universidad Tecnológica de Pereira, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Documentos de trabajo. Pereira, CO. p. 1.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, Co. p. 14.
- INFOSTAT. 2005. Software estadístico para análisis de datos. Grupo InfoStat de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, AR. [En línea] www.infostat.com.ar
- LONDOÑO Z., M. E.; ARIAS R., J. H.; GIRALDO O., R. A.; RÍOS L., A. M. 2002. Conozca las chisas del Oriente Antioqueño y su distribución. CORPOICA, Centro de Investigación Agropecuaria La Selva. Rionegro, Co. Boletín técnico no. 3. 28 p.
- NAVAS A., A.; POSADA S., H.; CARMEN C., O.; PÉREZ B., J.C.; TORREGROZA C., M. 2004. Obtención de variedades de maíz ICA V-305 e ICA V-354 para la zona central cafetera. **En** Fitotecnia Colombiana. Asociación Colombiana de fitomejoramiento y Producción de Cultivos. Cali, Co. 4(1):55-65.
- _____; POSADA S., H.; PÉREZ B., J.C. 1993. Variedades de maíz para la zona cafetera: ICA V 305, ICA V 354. Instituto colombiano Agropecuario. Chinchiná, Co. Plegable divulgativo no. 263.
- ORTEGA-OJEDA, C. A.; MELO-MOLINA, E. L.; GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005. Densidad letal y niveles de daño de *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae) sobre estacas de yuca. Proyecto Manejo Integrado de Plagas Subterráneas de Suramérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. Póster.
- PARDO L., L. C.; MONTOYA L., J.; SCHOONHOVEN, A.; MORÓN, M.A. 2003. Composición y riqueza del complejo Melolonthidae (Coleoptera) en cuatro agroecosistemas del Cauca, Colombia. **En** Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Agustín Aragón García; Miguel Ángel Morón; Antonio Marín Jaramillo (Eds.). Universidad Autónoma de Puebla. México. p. 29-43.
- _____. 2002. Aspectos sistemáticos y bioecológicos del complejo chisa (Col, Melolonthidae) de Caldono, Norte del Cauca, Colombia. Tesis de Magister en Ciencias Biológicas. Universidad del

- Valle, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Santiago de Cali, Co. p. 52-66, 99-107.
- POSADA, O. L. 1993. Las chisas, sus enemigos naturales y recomendaciones sobre su manejo. *Agricultura Tropical* 30(3): 71-79.
- VELÁSQUEZ, M. 1994. Incidencia y control del complejo *Phyllophaga* spp. en Guatemala. En: *Biología y Control de Phyllophaga* spp. Shanon y Carballo Eds. Informe Técnico No. 277. Seminario-Taller Centroamericano sobre la Biología y Control de *Phyllophaga* spp. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. Turrialba, CR. p. 1-5.

VI. DENSIDAD LETAL Y NIVELES DE DAÑO DE *Phyllophaga menetriesi* BLANCHARD (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) SOBRE PLANTAS DE MAÍZ



Resumen

Buscando conocer la dinámica chisa *Phyllophaga menetriesi* vs. cultivo de maíz para relacionar niveles de daño y umbrales de acción para el rizófago, se planteó un experimento en Pescador, Cauca, implantando seis repeticiones de cada bloque de tratamientos y tres repeticiones en el tiempo de todo el experimento. Las unidades experimentales comprendieron una planta de maíz de 15 días y cuatro densidades de larvas III iniciales del insecto (1, 3, 5 y 7 chisas) en suelo agrícola. Las larvas se depositaron sobre el sustrato para que se introdujeran solas. Las evaluaciones se realizaron a diario desde el día siguiente de la infestación, durante los nueve días que duró cada una de las tres repeticiones en el tiempo. Solo le tomó, tres días promedio a una chisa para eliminar al vegetal desde que toma contacto con él, mientras que las mayores densidades lo hicieron en menos días (2 a 3). Todas las densidades de larvas causan al final la muerte del 100% de las plantas. Se llegó a la conclusión de que se deben tomar medidas al encontrar tres sitios con chisas (de 50 sitios con plantas/ha monitoreados al azar), para limitar al 5% las pérdidas en este cultivo. Finalmente, apreciándose que conforme la larva termina su estadio III disminuye la tasa de alimentación, el mejor manejo de la plaga sería evitar la coincidencia de este estado con el establecimiento del cultivo, sembrando mucho antes o posteriormente a la etapa de prepupa.

Palabras clave: Chisa. Rizófago. Larva III. Niveles de daño. Umbral de acción. Cauca.

6.1. Material y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Finca Bellavista, ubicada en la Vereda Pescador del Municipio de Caldoño, Cauca, a 1 580 m de altitud.

Sobre un cultivo de maíz de endosperma duro *Zea mays* variedad ICA-305 (**Figura 19 (A y B)**), se dispuso un diseño experimental de bloques completos aleatorizados (DBCA) en arreglo bifactorial, donde los niveles del primer factor son las tres épocas de evaluación; y, los niveles del segundo las densidades de chisas (0, 1, 3, 5 y 7 larvas/tratamiento) (**Figura 19 (C y D)**).

Los contenedores fueron baldes plásticos (40 cm de alto por 30 cm de diámetro), con capacidad para 28 000 cm³ de suelo agrícola local; y, con un drenaje inferior (6 cm de diámetro) cubierto con malla metálica.

Las larvas de *P. menetriesi* de tercer estadio inicial, provenientes de la cría en el *campus* experimental del CIAT, se liberaron conforme a las densidades definidas, sobre la superficie del sustrato, equidistantes entre sí, la plántula de maíz y la pared del balde; reemplazando aquellas que no se introducían después de 10 min, por otras larvas más vigorosas; permaneciendo desde entonces confinadas.

La metodología empleada si bien confina al insecto, trata de replicar las condiciones naturales al ubicar los baldes en zanjas excavadas en uno de los lotes de la finca; los cuales se introducen hasta un 95% de su altura, para evitar la influencia de la temperatura y luz directa del sol sobre las paredes del balde. La superficie interna del sustrato se ubica a la misma altitud que el terreno externo a los baldes.

El experimento se implantó con seis repeticiones, donde cada unidad experimental (tratamiento) se conformó por un balde conteniendo una plántula de maíz de 15 días de edad y la correspondiente densidad de las larvas III (**Figura 19 (E)**).

Las larvas se infestaron al día siguiente de la plantación; y, las evaluaciones iniciaron al día después de la infestación con chisas, tomando datos cada día, hasta el noveno que duró cada una de las tres épocas en que se implantó el mismo experimento, sembrando nuevas plantas en cada época, pero conservando las mismas chisas.

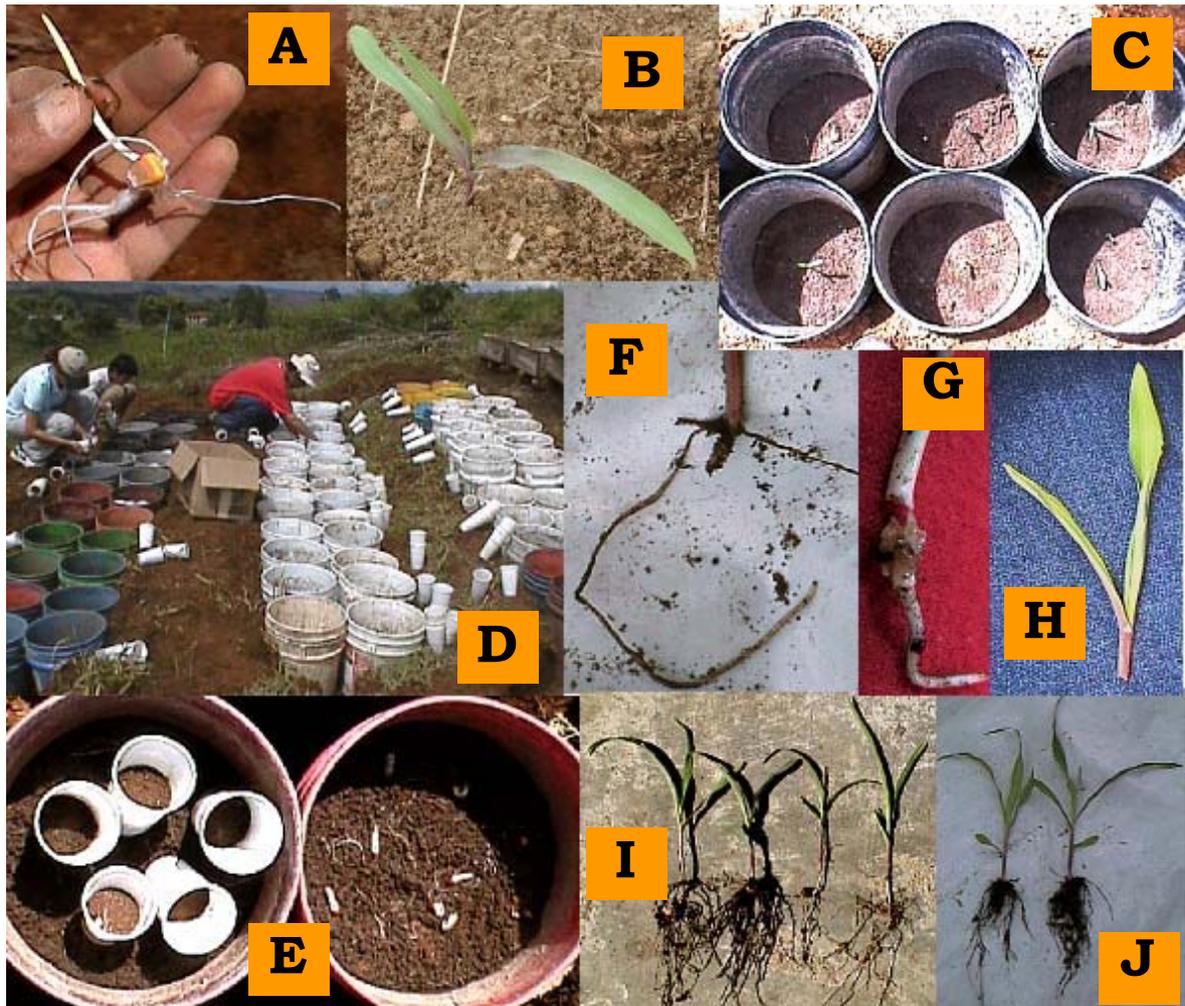


Figura 19. Detalles del experimento maíz y chisas confinadas: Después de pregerminar semilla de maíz ICA V-305 (A), las plántulas de 15 días (B) se plantan en suelo agrícola local en baldes plásticos (C), con diferentes densidades de larvas III de *P. menetriesi* B. (D, E). La larva consume las raíces (F) y el hipocótilo de la plántula (G), hasta trozarla por completo (H). Según el número de chisas que se alimenten de la planta y la edad de la misma, ésta morirá o crecerá pero con grave detrimento a su desarrollo fisiológico, frente a plantas sin daño (I, J) (Fotos autor).

Durante este periodo se registró a diario: mortalidad de plantas/tratamiento, mortalidad de plantas por época de evaluación; y, altura final de plantas sobrevivientes (**Figuras 19 (f a j)**). Adicionalmente las larvas extraídas al evaluar el sustrato se contabilizaban para verificar la permanencia de la población inicial en cada tratamiento, durante todo el experimento. Los datos se analizaron con el paquete informático estadístico InfoStat (2005).

6.2. Resultados y Discusión

6.2.1. Altura final de planta

A modo de información, sin que haya merecido análisis estadístico, se hace constar que al finalizar el experimento la altura promedio de las plantas testigo alcanzó los 23,32 cm a los siete días, tiempo en que murieron las últimas plantas de los demás tratamientos. Las plantas con una chisa, que más demoraron en morir, registraron el día de su muerte un promedio de 17,55 cm.

6.2.2. Mortalidad de plantas por tratamiento

Hasta la menor densidad de chisas eliminó toda la población de plantas de maíz, en menos de cuatro días de tomar contacto el insecto con el vegetal (**Figura 20 (A)**). De las diferencias entre tratamientos se destaca que una larva por planta la elimina en 3,3 días promedio, mientras que tres o más larvas lo hacen en 2,4 días promedio ($p \leq 0,0007$).

Al analizar cada una de las épocas de evaluación, solo se encuentran diferencias en la primera, donde a las densidades de tres a siete larvas les tomó 1,8 días para eliminar a las plantas de maíz, frente a los 3,5 días que le tomó a una sola chisa por planta (**Figura 20 (B)**).

Por lo anterior, se desecha el estimativo subjetivo de tomar acciones contra la plaga solo al encontrar tres larvas por planta de maíz.

6.2.3. Mortalidad de plantas por época de evaluación

Se presentaron diferencias entre las dos últimas épocas de evaluación con un promedio de 2,8 días y la primera fecha con 2,2 días para eliminar las plantas de maíz (**Figura 20 (C)**). Se apreció cierta tendencia a aumentar el tiempo que ocuparon las larvas en eliminar a la planta conforme pasaba el tiempo; o dicho de otra manera, conforme madura la larva en su estadio III. Esto revelaría que mientras la larva termina de acumular las reservas alimenticias para su desarrollo fisiológico, disminuye su tasa de alimentación permitiendo a la planta continuar su crecimiento, ayudada por las raíces nuevas y sobrevivientes

al insecto, ayudada por las raíces nuevas y sobrevivientes. Lo anterior sería un indicativo que corroboraría la teoría de que se puede escapar al daño de la larva si, identificado en el campo el término de su ciclo alimenticio (prepupa), se siembra posteriormente a esta fecha.

6.2.4. Densidad letal

Todas las densidades de larvas causaron la muerte del 100% de la población. A partir de tres larvas por planta eliminan a la misma en dos a tres días; mientras que con una larva el 50% de las plantas mueren en tres días y el 100% a los cuatro. Esto rebate una vez más las recomendaciones de tomar acciones contra la plaga al encontrar un promedio de cuatro larvas por planta en diferentes cultivos (Ayala y Monterroso, 1998; 2002; Herrera, 2004⁸; Pardo, 2004⁹; Morón, 2003).

Por lo expuesto, siendo una plaga focal que elimina a la planta durante el establecimiento aún con una larva; y, teniendo un enfoque empresarial, se recomienda no tolerar más allá del 5% de pérdidas, lo que se verificaría al encontrar tres plantas con chisas (de 50/ha revisadas al azar).

6.3. Conclusiones

Durante el establecimiento del cultivo de maíz, desde que las chisas toman contacto con la planta, una larva es capaz de eliminarla en 3,3 días promedio, mientras que a partir de tres larvas lo hacen en 2,4 días o menos.

Todas las densidades de chisas causan la muerte del 100% de la población de plantas de maíz jóvenes, destacando cierta tendencia a aumentar el tiempo que ocupan las larvas en eliminar a la planta conforme van terminando su estadio III.

⁸ HERRERA F., C. J. 2004. Criterio para el control de chisas en yuca. Asistente de Investigación en el Proyecto Entomología de Yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. (Comunicación personal).

⁹ PARDO L., L. C. 2004. Umbral de acción para el control de chisas en yuca y temas afines a la taxonomía de esta plaga. Asistente de Investigación en el Proyecto Manejo Integrado de Plagas Subterráneas de Suramérica, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. (Comunicación personal).

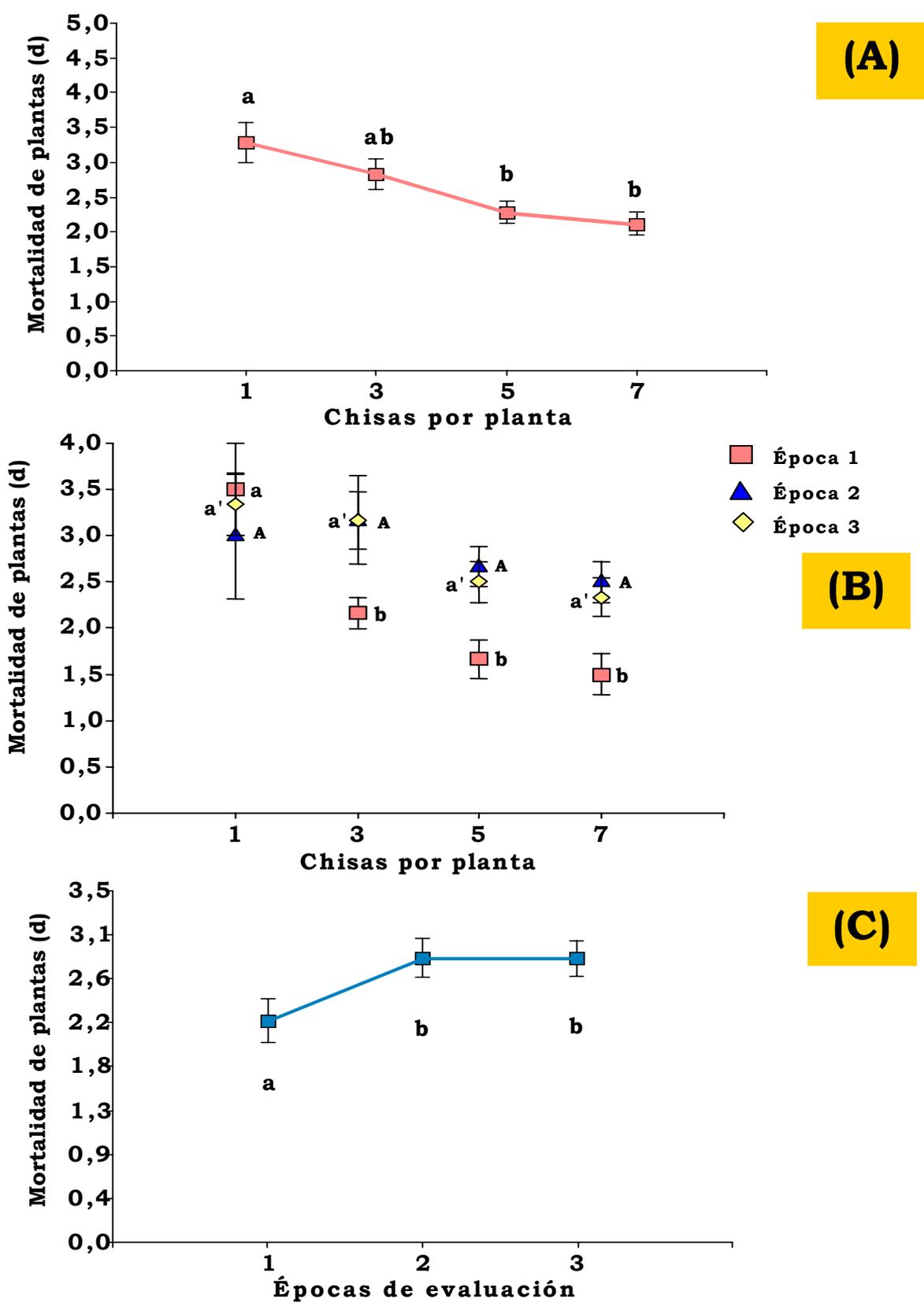


Figura 20. Mortalidad de plantas de maíz: (A) Promedio por tratamiento; (B) En cada época de evaluación (siembra); y, (C) Promedio por épocas. Las barras corresponden al error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.

Siendo entonces el umbral de acción inferior a una chisa por planta, el control de *P. menetriesi* se debe hacer evadiendo al estado de desarrollo más dañino de éste (larva III); y, actuando dentro de los primeros 30 días de edad del cultivo para que las pérdidas no sean significativas.

Se dedujo que para mantener las pérdidas económicas en el cultivo de maíz bajo el 5%, se deben tomar medidas al encontrar máximo tres plantas con chisas de 50 monitoreadas al azar por hectárea; siendo el mejor manejo de la plaga la siembra muy adelantada o posterior a la presencia del estado larval III de *Phyllophaga menetriesi* (chisa de 4 cm de longitud).

6.4. Bibliografía

- AYALA M., J. E.; MONTERROSO, L. E. 2002. Aspectos básicos sobre la biología de la Gallina ciega. [En línea]. <http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/priag/gallina.html>
- AYALA M., J. E.; MONTERROSO, L. E. 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la Gallina Ciega. Programa regional de reforzamiento a la investigación agronómica sobre los granos de Centroamérica. Costa Rica. Manual para Técnicos 2. p. 29.
- INFOSTAT. 2005. Software estadístico para análisis de datos. Grupo InfoStat de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, AR. [En línea] www.infostat.com.ar
- MORÓN, M. A. 2003. Revision of the *Phyllophaga* s.s. schirzorhina species group (Coleoptera: Melolonthidae: Melolontinae). **In** The Canadian Entomologist. p. 213-302. [en línea] <http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/ent/n02-012.html>

VII. IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE DAÑO DE LOS RIZÓFAGOS *Phyllophaga* spp. (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN UN CULTIVO COMERCIAL DE FRÍJOL



Resumen

Buscando disponer de una escala visual del daño del rizófago *Phyllophaga* spp. para el cultivo de frijol, se planteó un estudio observacional a campo abierto en Pescador, Cauca, en plantas sembradas bajo infestación natural de los rizófagos. Las unidades experimentales (UE) se establecieron por cualificación a los 30 días desde la siembra (dds), con base al valor agronómico de las plantas de frijol dentro de un metro lineal; estableciendo 10 repeticiones por cada uno de cinco niveles de daño (1, 3, 5, 7 y 9), desde plantas ideales a irrecuperables. Se determinó, con el menor nivel de daño de este rizófago, que si bien no se pierde un significativo número de plantas a causa de la chisa durante el establecimiento del cultivo de fríjol, el rendimiento si se disminuye gravemente. Las pérdidas económicas en este cultivo alcanzan el 60% aún con el menor nivel de daño. Adicionalmente, las chisas presentadas cuando el cultivo estuvo maduro no disminuyeron significativamente el rendimiento. Por lo anterior y, pensando empresarialmente, se dedujo que para limitar al 5% las pérdidas en un lote de fríjol se deben tomar acciones contra el rizófago al encontrarlo en tres plantas o sitios de siembra, de 50 monitoreados por hectárea al azar. Finalmente, se infirió que se puede escapar al daño de *Phyllophaga* sembrando mucho antes o posteriormente a su etapa larval III; dependiendo de los requerimientos agroclimáticos del cultivo de interés.

Palabras clave: Chisas. Rizófago. Estudio observacional. Escala visual de daño. Infestación natural. Valor agronómico. Cauca.

7.1. Material y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Finca Bellavista, ubicada en la Vereda Pescador del Municipio de Caldono, Cauca, a 1 580 m de altitud (Lat. N 2° 49' 15,1 y Lon. W 76° 33' 45,6).

Se sembraron 1 200 m² con la variedad de frijol ICA-Toné, de hábito II y grano rojo moteado de forma arriñonada, a la densidad de 90 000 plantas/ha, en un sector usualmente infestado de chisas (**Figura 21**); lo que se verificó con un muestreo de suelo al azar por la metodología de Pardo *et al.* (2003) (**Figura 22**), disturbando al mínimo al insecto, al que se lo dejó en el mismo sitio luego del muestreo.



Figura 21. Campo comercial de frijol afectado por chisas en Pescador, Cauca (Foto autor).

Al tratarse de un estudio observacional (Casanoves, 2004) los tratamientos se asignaron, es decir, no fueron inducidos, utilizando para ello una escala de valor agronómico (Ortega-Ojeda *et al.*, 2005) con cinco clases (1, 3, 5, 7 y 9), modificada de la variable de “adaptación vegetativa” utilizada en el fitomejoramiento del frijol (CIAT, 1987) (**Cuadro 5**).

Se tomaron 10 surcos de 1 m de cada clase obteniendo 10 repeticiones de cinco tratamientos, cada uno de 1 m² con ocho plantas de

frijol en distribución lineal y las chisas que se hallaban naturalmente en la rizósfera (**Figuras 23 y 24**), en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo unifactorial.

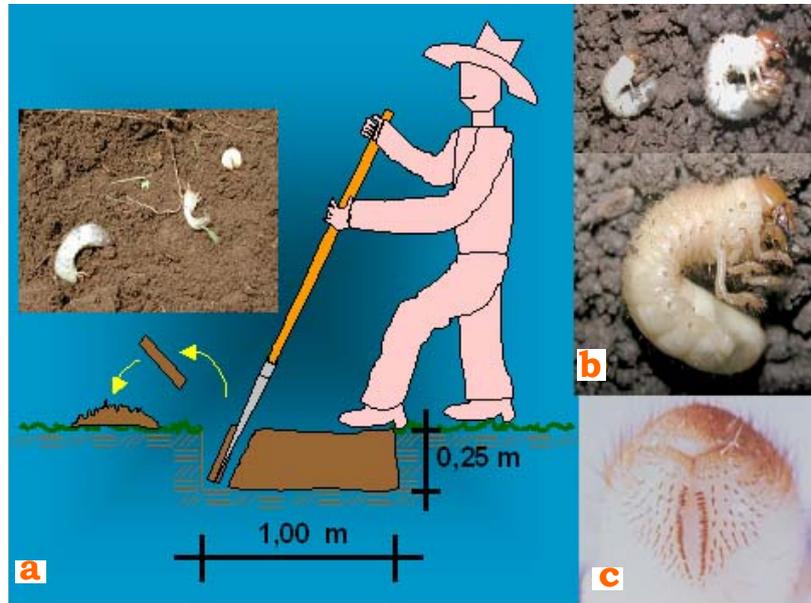


Figura 22. Metodología de muestreo de *P. menetriesi*: (a) excavación de 1,00 m² de suelo hasta 0,25 m de profundidad; (b) Estadios larvales del insecto; (c) Configuración de la palidia en el ráster de la larva III para verificación del género (Fotos autor).

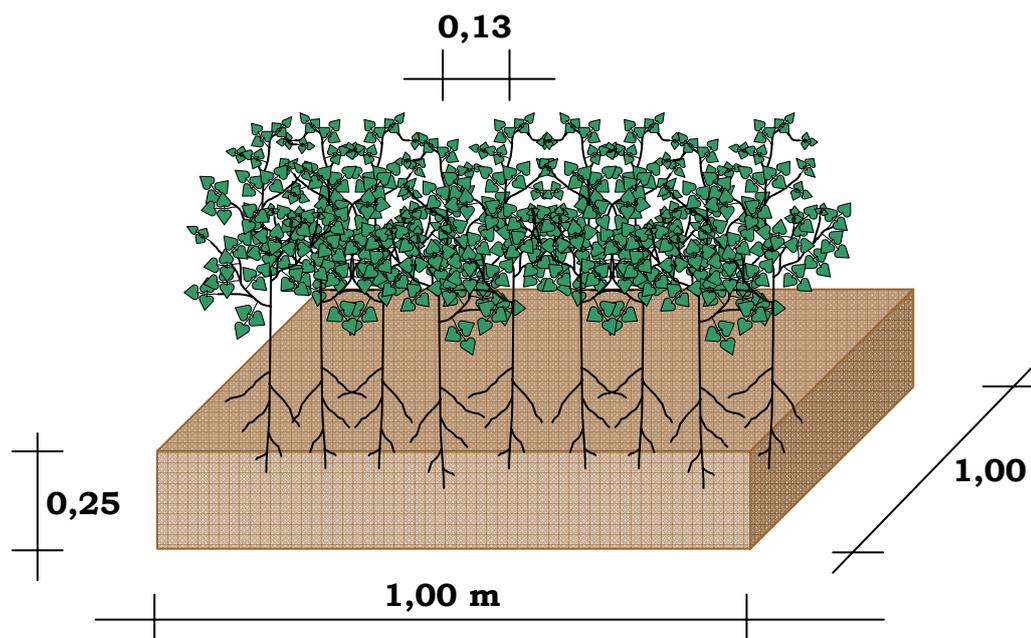


Figura 23. Representación de la unidad experimental en el cultivo de frijón hábito II *Phaseolus vulgaris*.

Cuadro 5. Escala fenotípica con base al valor agronómico para determinación de tratamientos en plantas jóvenes de frijol, a los 30 días desde la siembra (Fotos autor).

Escala	Planta	Morfotipo	Correspondencia
1	Excelente		Planta ideal (Testigo) ≥ 20 cm (excelente arquitectura y desarrollo vegetativo).
3	Buena		Planta satisfactoria $\geq 15 < 20$ cm (arquitectura tolerable desarrollo incompleto).
5	Intermedia		Planta pequeña $\geq 10 < 15$ cm (arquitectura deficiente, mucha clorosis).
7	Pobre		Planta enana $\geq 5 < 10$ cm (arquitectura raquítica; pocas y pequeñas hojas).
9	Muy Pobre		Planta irrecuperable < 5 cm (sin arquitectura, tallos reducidos y/o marchitos).

Las plantas se evaluaron a partir de los 30 días desde la siembra (dds) y los datos se analizaron con el paquete informático estadístico InfoStat (2005).

El efecto de borde está descartado por la densidad de plantas de la unidad experimental, pues no hubo espacios vacíos entre la unidad experimental y el resto del surco; y, el espaciamiento entre surcos permitió el desarrollo sin competencia entre líneas de siembra; más aún, cuando cualquier tipo de competencia es determinante principalmente al inicio del desarrollo vegetativo del cultivo (Andrade, 2005); la única variable es el ataque del rizófago y, por ende, se considera que los

resultados del experimento se deben únicamente al daño inicial de *Phyllophaga*.



Figura 24. Unidades experimentales tipo, de 1 m de longitud por 1 m de ancho, con ocho sitios de siembra (Fotos autor).

7.2. Resultados y Discusión

7.2.1. Número de plantas por tratamiento

El testigo y el menor nivel de daño (nivel de daño 3) tuvieron igual número de plantas ($p \leq 0,05$), por sobre los niveles de daño intermedio a irrecuperable (5 al 9) que tuvieron un significativo detrimento en plantas

(Figura 25). Lo anterior indica que seguramente hubo un mayor número de chisas y por tanto de daño en los tres últimos tratamientos.

7.2.2. Altura de plantas por tratamiento

Ninguno de los tratamientos igualó al testigo en esta variable ($p \leq 0,05$); lo que indicaría que aún el menor daño por chisas (escala 3) durante el establecimiento del cultivo de frijol afecta a esta variable agronómica (Figura 25), aún cuando no disminuya el número de plantas por unidad experimental.

7.2.3. Rendimiento en grano seco

Reforzando lo analizado en las variables anteriores, las diferencias en las pérdidas registradas en grano seco (g) por tratamiento son significativas conforme los diferentes grados de daño (Figura 26). Las pérdidas en porcentaje de grano, solo al mínimo nivel de daño alcanzan el 39,8%, agravándose aún más con los mayores niveles de daño evaluados. Por lo anterior y, razonando empresarialmente, sería inadmisibile aún una chisa por planta, en más del 5% de la población de un lote de frijol. Adicionalmente, debido a que *Phyllophaga* sp. ha mostrado infestaciones no generalizadas en fincas, por lo que la aplicación de medidas debe hacerse después de un muestreo secuencial para conocer las zonas con infestación real de chisas (Velásquez, 1994).

7.2.4. Daño de chisas en cultivo maduro

A finales de mayo e inicios de junio se presentó una población de chisas compuesta principalmente por *Plectris* spp., *Cyclocephala* spp., *Phyllophaga bicolor* y *Anomala* spp.; plagas de menor importancia que *P. menetriesi* (Pardo et al. 2003). Pese a la diversidad no hubo diferencias entre tratamientos, lo que permitió inferir que las chisas de generaciones intermedias, estando ausente *P. menetriesi* no afectan particularmente al cultivo de frijol de forma significativa en el rendimiento final; por lo que se dedujo que sembrando el cultivo después del estado larval III del rizófago (chisa de 4 cm de longitud) se puede escapar al daño de éste.

7.2.5. Análisis económico de las pérdidas en grano

Las pérdidas económicas causadas aún con el menor nivel de daño alcanzan el 60% (**Cuadro 6**), por lo que debe evitarse el daño y/o resembrar rápidamente pero tomando medidas contra el rizófago antes de la resiembra para disminuir las pérdidas.

Cuadro 6. Relación de ganancias y pérdidas en pesos colombianos por kg de grano de frijol, según diferentes niveles de daño por chisas en plantas de un lote comercial.

Grado de daño*	Rendimiento (kg)	Ingresos (\$/kg)	Pérdidas	
			(\$/kg)	(%)
1	0.131	440.19	0.00	0.00
3	0.052	175.02	265.17	60.24
5	0.037	123.65	316.55	71.91
7	0.034	113.60	326.59	74.19
9	0.015	50.13	390.06	88.61

* En escala de 1 a 9, donde 1 equivale a ningún daño (Testigo) y 9 a daño severo (planta irrecuperable)

7.3. Conclusiones

Por lo analizado en el estudio, se puede afirmar que es posible identificar niveles de daño en plantas de lotes comerciales de frijol, dentro de los 30 días de edad, con base al valor agronómico, para trazar estrategias para el manejo apropiado del género de rizófagos *Phyllophaga*.

Si bien no se pierde un significativo número de plantas de frijol por chisas, durante el establecimiento del cultivo, el rendimiento a partir del menor nivel de daño de la clasificación si disminuye estadísticamente.

Las pérdidas económicas en porcentaje son altamente significativas aún con el menor nivel de daño, alcanzando el 60% en frijol.

Las chisas que coinciden cuando el cultivo está en madurez fisiológica o más maduro, estando ausente *P. menetriesi* no afectan significativamente el rendimiento.

Por lo anterior se llegó a la deducción de que se puede escapar al daño de *Phyllophaga menetriesi* sembrando mucho antes o posteriormente

a su etapa larval III; dependiendo de los requerimientos agroclimáticos del cultivo de frijol.

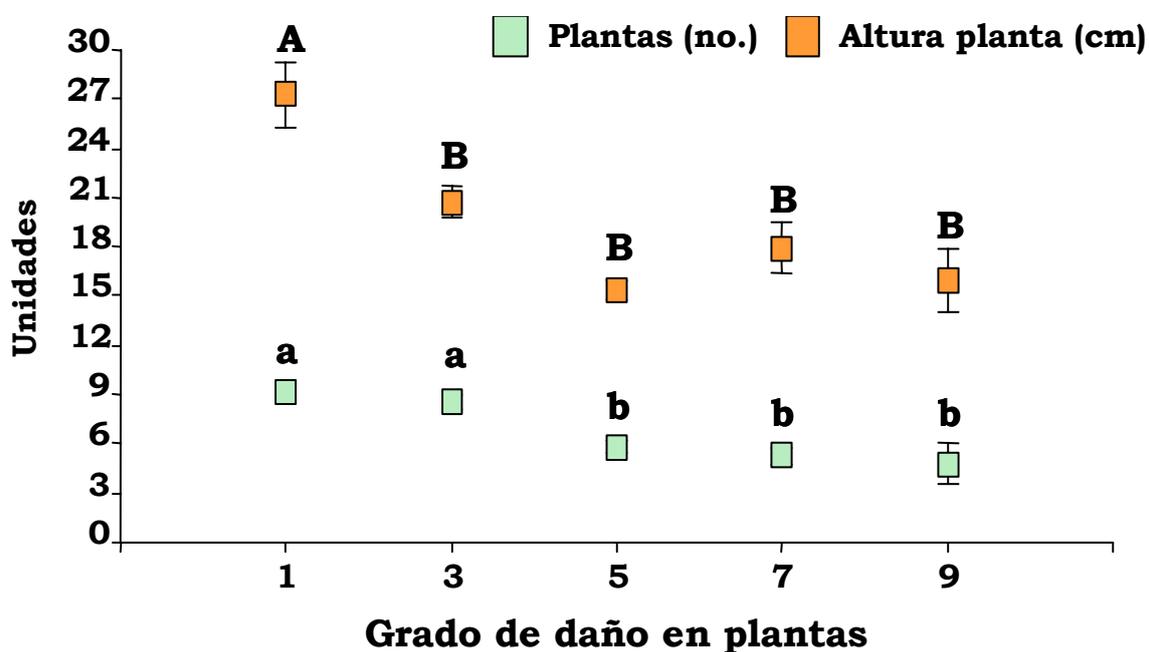


Figura 25. Número y altura de plantas de frijol arbustivo por metro cuadrado (tratamiento), a la cosecha en grano seco. Las barras corresponden al error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.

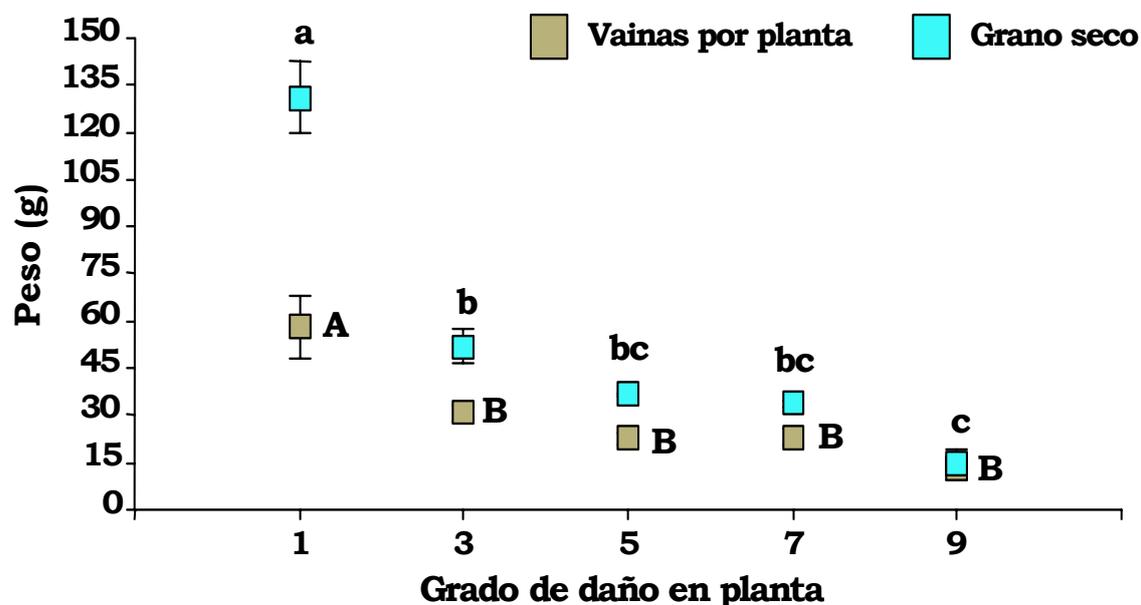


Figura 26. Número de vainas por planta y rendimiento en grano seco (g) en frijol arbustivo por metro cuadrado (tratamiento). Las barras corresponden al error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.

Finalmente, para limitar al 5% las pérdidas en un lote de frijol, se concluyó que no deben tolerarse más de tres plantas o sitios de siembra en 50 monitoreados al azar por hectárea, dentro del mes de edad del cultivo.

7.4. Bibliografía

- ANDRADE, F. H. 2005. Momentos críticos para la determinación del rendimiento de los cultivos. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias. [En línea] <http://www.elsitioagricola.com/articulos/andrade/Determinacion%20del%20Rendimiento%20de%20Cultivos.asp>
- CASANOVES, F. 2004. Curso de Análisis Estadístico de Datos e Interpretación de Resultados con el software estadístico INFOSTAT. Universidad Tecnológica de Pereira, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Documentos de trabajo. Pereira, CO. p. 1.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, Co. p. 14.
- INFOSTAT. 2005. Software estadístico para análisis de datos. Grupo InfoStat de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, AR. [En línea] www.infostat.com.ar
- ORTEGA-OJEDA, C. A.; MELO-MOLINA, E. L.; GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005. Densidad letal y niveles de daño de *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae) sobre estacas de yuca. Proyecto Manejo Integrado de Plagas Subterráneas de Suramérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. Póster.
- PARDO L., L. C.; MONTOYA L., J.; SCHOONHOVEN, A.; MORÓN, M. A. 2003. Composición y riqueza del complejo Melolonthidae (Coleoptera) en cuatro agroecosistemas del Cauca, Colombia. **En** Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Agustín Aragón García; Miguel Ángel Morón; Antonio Marín Jaramillo (Eds.). Universidad Autónoma de Puebla. México. p. 29-43.
- VELÁSQUEZ, M. 1994. Incidencia y control del complejo *Phyllophaga* spp. en Guatemala. En: Biología y Control de *Phyllophaga* spp. Shannon y Carballo Eds. Informe Técnico No. 277. Seminario-Taller Centroamericano sobre la Biología y Control de *Phyllophaga* spp. 23-27 de mayo de 1994. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. Turrialba, CR. p. 1-5.

VIII. DENSIDAD LETAL Y NIVELES DE DAÑO DE *Phyllophaga menetriesi* BLANCHARD (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) SOBRE PLANTAS DE FRÍJOL



Resumen

Buscando conocer mejor la dinámica chisa *Phyllophaga menetriesi* vs. cultivo de frijol para identificar niveles de daño y un umbral de acción para el rizófago, se planteó un experimento en Pescador, Cauca; con seis repeticiones de cada bloque de tratamientos y tres repeticiones en el tiempo. Las unidades experimentales comprendieron una planta de frijol de 15 días y cuatro densidades del insecto en larva III inicial (1, 3, 5 y 7 chisas por tratamiento), en suelo agrícola y en contenedores plásticos enterrados a campo abierto. Durante el establecimiento del cultivo de frijol, desde que las chisas contactan a la planta, una larva es capaz de eliminarla en 5,2 días promedio, mientras que tres larvas o más lo hacen en 3,1 días. Todas las densidades de chisas causan la muerte del 100% de la población de plantas, destacando cierta tendencia a aumentar el tiempo que ocuparon las larvas en eliminar a la planta conforme se acercaron las chisas al final de su estadio III. Siendo entonces el umbral de acción inferior a una chisa por planta, el control de *P. menetriesi* se debe hacer evadiendo al estado de desarrollo más dañino de éste (larva III); y, actuando dentro de los primeros 30 días de edad del cultivo para que las pérdidas no sean significativas. Se calculó que para mantener las pérdidas del cultivo de frijol bajo el 5%, se deben tomar medidas al encontrar tres plantas con chisas de 50 monitoreadas al azar por hectárea.

Palabras clave: Chisa. Insecto. Rizófago. Larva III. Niveles de daño. Umbral de acción. Cauca.

8.1. Material y Métodos

El experimento se llevó a cabo en la Finca Bellavista, ubicada en la Vereda Pescador del Municipio de Caldoño, Cauca, a 1 580 m de altitud.

Sobre un cultivo de frijol arbustivo de grano rojo moteado, variedad ICA-Toné se dispuso un diseño experimental de bloques completos aleatorizados (DBCA) en arreglo bifactorial, donde los niveles del primer factor fueron las tres épocas de evaluación; y, los niveles del segundo las densidades de chisas (0, 1, 3, 5 y 7 larvas/tratamiento).

Como contenedores se utilizaron baldes plásticos de 40 cm de alto por 30 cm de diámetro, con un drenaje inferior de 6 cm de diámetro cubierto con malla metálica, con capacidad para 28 000 cm³ de suelo agrícola local. Estos contenedores se enterraron en el suelo hasta el 95% de su altitud, a fin de que la temperatura dentro del balde sea similar a la del campo aledaño y no disturbar al insecto de modo alguno.

Las larvas de *P. menetriasi* de tercer estadio inicial, provenientes de la cría en el *campus* experimental del CIAT, se liberaron conforme a las densidades definidas, sobre la superficie del sustrato, equidistantes entre sí, la planta de maíz y la pared del balde; reemplazando aquellas chisas que no se introducían después de 10 min, por otras más vigorosas; permaneciendo desde entonces confinadas (**Figura 27**).

La metodología empleada si bien confina al insecto, trata de replicar las condiciones naturales al ubicar los baldes en zanjas excavadas en uno de los lotes de la finca; los cuales se introducen hasta un 95% de su altura, para evitar la influencia de la temperatura y luz directa del sol sobre las paredes del balde; manteniendo la superficie interna del sustrato a la misma altitud que el terreno externo a los baldes.

El experimento se implantó con seis repeticiones, donde cada unidad experimental (tratamiento) consistió de un balde conteniendo una planta de frijol de 15 días de edad y cada densidad chisas en larvas III inicial.

Las larvas se infestaron al día siguiente de la plantación; y, las evaluaciones iniciaron al día después de la infestación con chisas, tomando datos cada día, hasta el noveno que duró cada una de las tres

épocas en que se implantó el mismo experimento, sembrando cada vez nuevas plantas, pero manteniendo las mismas larvas.



Figura 27. Detalles del experimento frijol y chisas confinadas: las plántulas pregerminadas (a) se plantan definitivamente a los 15 días de edad en suelo agrícola local (b), con diferentes densidades de larvas III de *P. menetriesi* B. (c), confinándolas en baldes, con seis repeticiones del experimento (d). Las evaluaciones (e) inician al día siguiente de infestar, registrando plantas muertas (f, g, h); observándose consumo de raíces y de hipocótilo (i, j) frente a plantas sin daño (Fotos autor).

Las larvas extraídas al evaluar el sustrato se contabilizaban para verificar la permanencia de la población inicial en cada tratamiento, durante todo el experimento. Los análisis de varianza y las pruebas de significación (Tukey $p \leq 0,05$) de los datos se realizaron con el paquete informático estadístico InfoStat (2005).

8.2. Resultados y Discusión

8.2.1. Altura final de planta

Al finalizar el experimento la altura promedio de las plantas testigo alcanzó los 27,92 cm; mientras que las últimas plantas en morir (con una chisa/planta), alcanzaron una altura promedio de 24,13 cm el último día.

8.2.2. Mortalidad de plantas por tratamiento

Después del análisis se encontró que una larva por contenedor elimina a la planta de frijol en 5,2 días desde que la contacta (**Figuras 28 (A y B)**); por el contrario, entre tres y siete larvas eliminan a la planta en 3,1 días promedio ($p \leq 0,05$). De esta manera se desechan las recomendaciones de tomar acciones de remediación recién al encontrar un promedio de cuatro larvas por planta en diferentes cultivos (Ayala y Monterroso, 1998; 2002; Herrera, 2004¹⁰; Pardo, 2004¹¹; Morón, 2003); pues este estudio demuestra que una sola larva por planta en la etapa temprana de establecimiento del cultivo es capaz de eliminar al vegetal en solo cinco días.

La información colectada coincide con lo advertido en campos de agricultores, en visitas esporádicas y, en estudios formales, como los de Arguello *et al.* (1999), quienes mencionan que las poblaciones de chisas rizófagas pueden afectar hasta 100% de una plantación en siete o 10 días

¹⁰ HERRERA F., C. J. 2004. Criterio para el control de chisas en yuca. Asistente de Investigación en el Proyecto Entomología de Yuca, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. (Comunicación personal).

¹¹ PARDO L., L. C. 2004. Umbral de acción para el control de chisas en yuca y temas afines a la taxonomía de esta plaga. Asistente de Investigación en el Proyecto Manejo Integrado de Plagas Subterráneas de Suramérica, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, CO. (Comunicación personal).

en sitios con altas poblaciones de larvas; observándose este daño cada año.

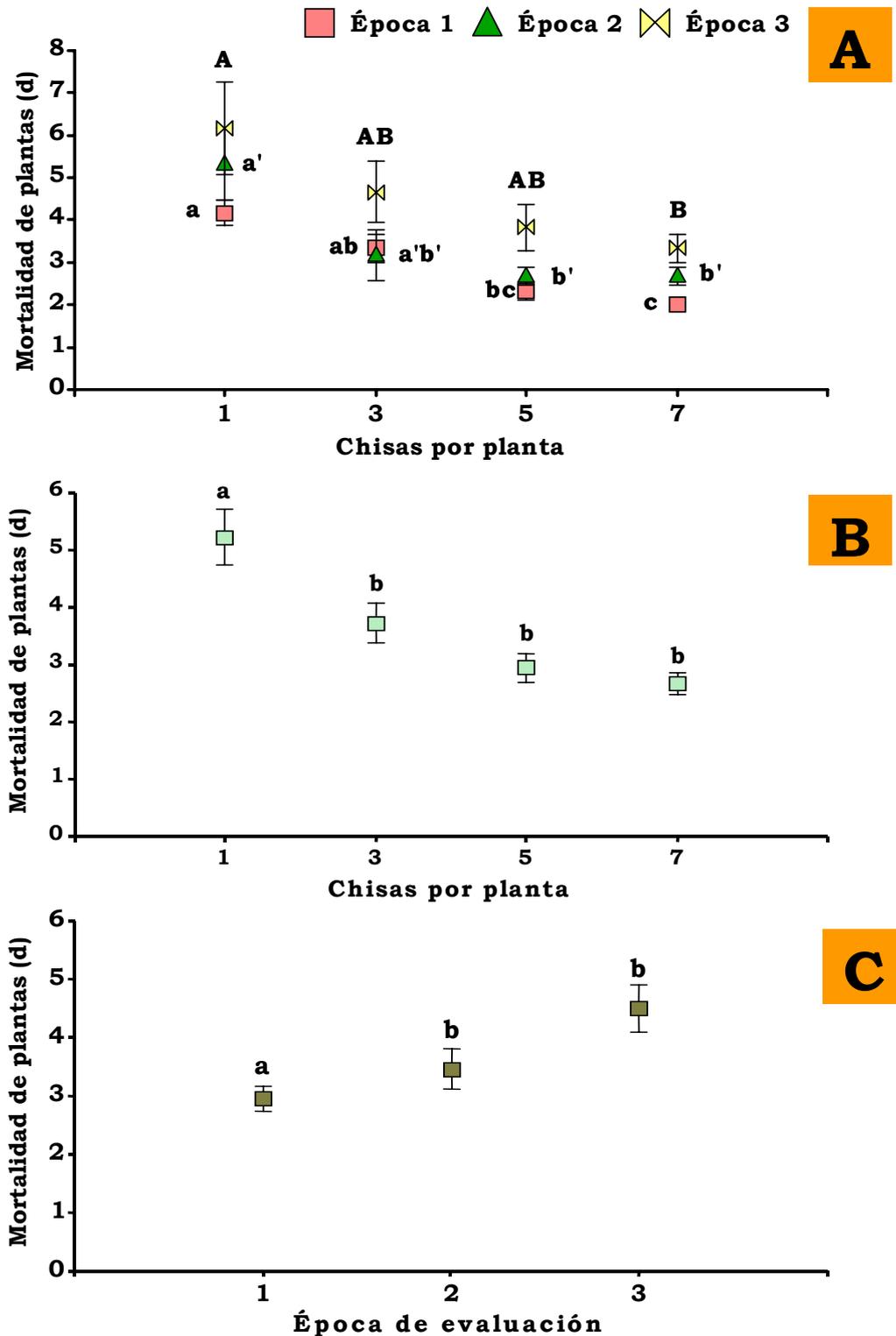


Figura 28. Mortalidad de plantas de frijol: A. En cada época de evaluación; B. Promedio por tratamiento; y, C. Promedio por épocas. Se incluyen las barras del error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras iguales no difieren significativamente.

8.2.3. Mortalidad de plantas por época de evaluación

Las larvas de *P. menetriesi* toman un promedio de 3,21 días para eliminar a las plantas de frijol recién establecidas, durante su etapa inicial e intermedia del estadio III; y, en su etapa final del mismo estadio, 4,50 días (**Figura 28 (C)**).

Esto verifica lo observado por el autor, en experimentos con chisas a campo abierto y en invernadero, donde las larvas reducían su tasa de consumo (daño) cuando estaban próximas al estado de prepupa. Así también ratifica la hipótesis de que se puede escapar al daño mayor del rizófago si se siembra después de que éste ha terminado su desarrollado larval (prepupa), conociendo bien el ciclo que cumple en campo abierto y, dependiendo de la disponibilidad de las condiciones agroclimáticas que requiere el cultivo de frijol u otro anual.

8.2.4. Densidad letal

Todas las densidades de larvas causan la muerte del 100% de la población, por lo que, siendo una plaga focal que elimina a la planta durante el establecimiento aún con una larva; y, con criterio empresarial se recomienda no permitir más del 5% de pérdidas aplicando medidas contra el rizófago al hallar tres plantas o sitios de siembra con chisas, de 50 monitoreados al azar por hectárea.

8.3. Conclusiones

Durante el establecimiento del cultivo de frijol, desde que *Phyllophaga menetriesi* contacta al vegetal se determinó que una larva por planta la elimina en 5,2 días promedio, mientras que tres larvas o más lo hacen en 3,1 días.

Todas las densidades de larvas causan finalmente la muerte del 100% de la población de plantas jóvenes de frijol, apreciándose una tendencia a aumentar el tiempo que ocupan las larvas en eliminar a las plantas conforme se acercan las chisas al final de su estadio III.

Para mantener las pérdidas en frijol bajo el 5% se deben aplicar medidas contra el rizófago al encontrarlo en tres plantas de 50 monitoreadas por hectárea; siendo el mejor manejo la siembra muy adelantada o posterior a la presencia de la larva III del insecto. Siendo entonces el umbral de acción inferior a una chisa por planta, el manejo de *P. menetriesi* se debe hacer evadiendo al estado de desarrollo más dañino de éste (larva III); y, actuando dentro de los primeros 30 días de edad del cultivo para que las pérdidas no sean significativas, eliminando a las chisas del sitio afectado y reemplazando oportunamente el material de siembra.

8.4. Bibliografía

- ARGUELLO, H.; CÁCERES, O.; MORÓN, M. A. 1999. Guía ilustrada para identificación de especies de Gallina Ciega (*Phyllophaga* spp.) presentes en las principales zonas agrícolas de Nicaragua. PROMIPAC-Nicaragua, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. 18 p.
- AYALA M., J. E.; MONTERROSO, L. E. 2002. Aspectos básicos sobre la biología de la Gallina ciega. [En línea]. <http://www.infoagro.go.cr/tecnologia/priag/gallina.html>
- AYALA M., J. E.; MONTERROSO, L. E. 1998. Aspectos básicos sobre la biología de la Gallina Ciega. Programa regional de reforzamiento a la investigación agronómica sobre los granos de Centroamérica. Costa Rica. Manual para Técnicos 2. p. 29.
- INFOSTAT. 2005. Software estadístico para análisis de datos. Grupo InfoStat de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, AR. [En línea] www.infostat.com.ar
- MORÓN, M. A. 2003. Revision of the *Phyllophaga* s.s. schirzorhina species group (Coleoptera: Melolonthidae: Melolontinae). **In** The Canadian Entomologist. p. 213-302. [en línea] <http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/ent/n02-012.html>

IX. COMBINACIÓN DE SISTEMAS DE LABRANZA Y FORMULADOS DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS PARA LA SUPRESIÓN DE CHISAS (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE) EN MAÍZ



Resumen

En la hipótesis de que una combinación de labranza convencional y bioformulados fúngicos aplicados al suelo reduciría la población de chisas, principalmente *Phyllophaga menetriesi*, se instaló un experimento, para evaluar los sistemas de labranza convencional y cero, frente a cuatro bioformulados fúngicos entre líquidos y sólidos de *Metarhizium anisopliae* que incluyen a la cepa promisorio CIAT 226 y a otra comercial. Utilizando la variedad de maíz ICA V-305 se aplicó un diseño experimental de Parcela Dividida, donde las parcelas grandes comprendieron los sistemas de labranza y, las pequeñas los tratamientos con entomopatógenos. No se encontraron diferencias ($p \leq 0,05$) en las variables número de mazorcas por parcela, peso de grano seco por parcela y peso de mil semillas. En cuanto a las variables porcentaje de emergencia, diámetro de tallo, altura de planta y altura de inserción de mazorca se vieron favorecidas por la labranza cero. El rendimiento no varió con ninguno de los tratamientos. El sistema de labranza convencional no sería efectivo para reducir las poblaciones del rizófago, contrario a lo expuesto en la literatura, incluso en combinación con los tratamientos biocidas, tal como se aplicaron. Con lo expuesto, se llegó a la deducción de que desde el punto de vista agroecológico, el sistema de labranza cero se constituiría en la alternativa, al permitir al cultivo evadir el daño de la plaga, disminuyendo además costos de producción mientras conserva los recursos naturales para su aprovechamiento futuro y fomenta la micro biota edáfica que a largo plazo controlaría las poblaciones de chisas.

Palabras clave: *Phyllophaga menetriesi*. Bioformulados. Plaga. Rizófago. Parcela dividida.

9.1. Material y Métodos

El experimento se implantó en la Finca El Bosque de la Vereda El Caimo, Quindío-Colombia, a 1 308 m s.n.m. (N 4° 28' 21,8; W 75° 42' 51,9), bajo un diseño experimental de Parcela Dividida, donde las parcelas grandes comprenden dos sistemas de labranza y, las parcelas pequeñas cuatro tratamientos con hongos entomopatógenos más los testigos químico y absoluto (**Figura 29**), con la variedad de maíz ICA V-305 de endosperma amarillo duro.

Los sistemas de labranza fueron suelo arado convencionalmente y suelo íntegro (sin labranza); y, los entomopatógenos los tratamientos descritos en el **Cuadro 7**. Las parcelas grandes se replicaron cuatro veces, mientras que las pequeñas ocho.

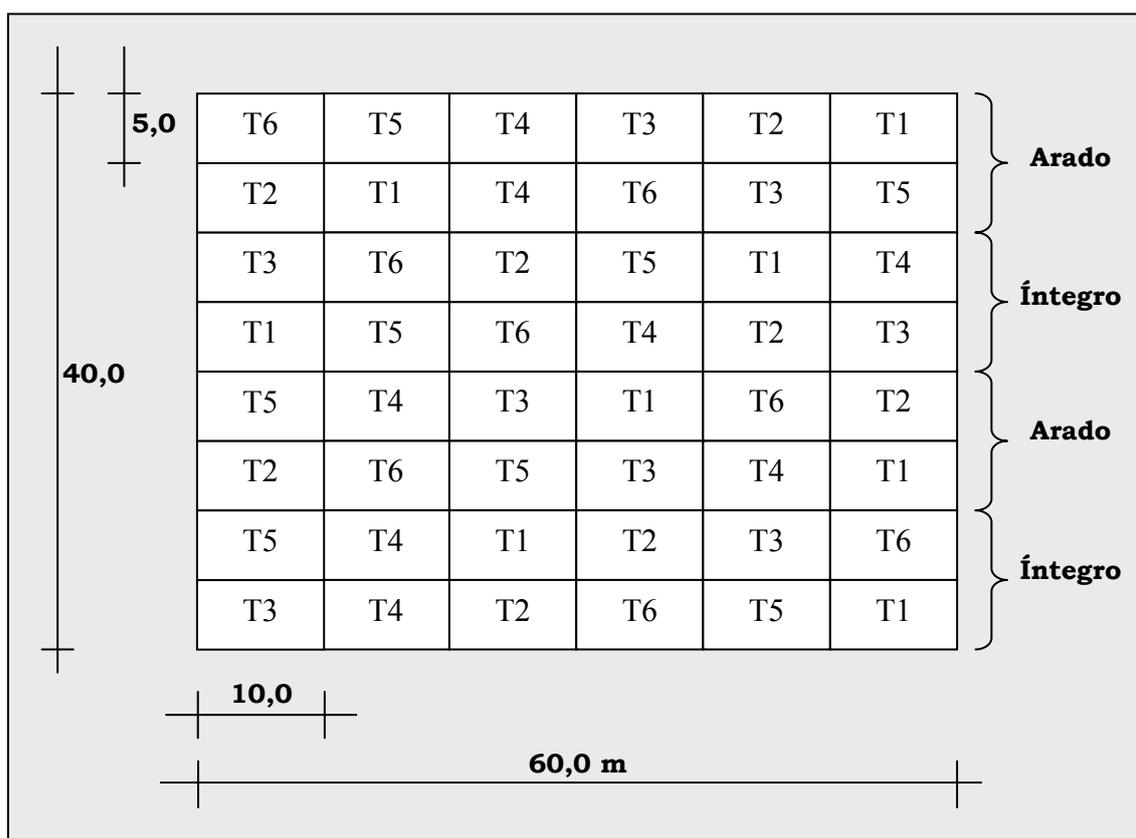


Figura 29. Esquema de la distribución de tratamientos en el Diseño de Parcelas Divididas con cultivo de maíz duro *Zea mays*.

Las unidades experimentales tuvieron una superficie de 50,0 m² (5,0 x 10,0 m); con seis líneas de maíz espaciadas a 0,8 m entre hileras y a 0,4 m entre sitios. De este modo, cada parcela experimental tuvo 264 plantas

(22 x 6 líneas x 2 plantas por sitio); y, la parcela neta 144 plantas (18 x 4 líneas x 2 plantas por sitio), sin considerar dos plantas al extremo de cada línea y un surco de borde a cada lado de la parcela experimental (efecto de borde).

Cuadro 7. Tratamientos con hongos entomopatógenos para el control de chisas en el cultivo de maíz. Vereda El Caimo, Armenia, Quindío.

Tratamiento	Descripción	Dosis (/ha)
T1	CIAT-224 WG <i>M. anisopliae</i> (líquido)*	2,5 dm ³
T2	CIAT-224 WG <i>M. anisopliae</i> (polvo)*	4,0 kg
T3	DeepGreen <i>M. anisopliae</i> (líquido)*	2,5 dm ³
T4	DeepGreen <i>M. anisopliae</i> (polvo)*	4,0 kg
T5	Testigo absoluto (agua)	1000,0 dm ³
T6	Testigo químico (Clorpirifos)	5,0 dm ³

* Bioformulados preparados por Live System Technology S.A. (LST).

La infestación, natural y focal, contabilizaba en muestreos históricos entre 5 a 12 chisas por metro cuadrado (metodología Pardo *et al.*, 2003); lo que aseguraba la presencia de la plaga a fin de evaluar el efecto de los biopesticidas sobre ellas, a través de parámetros agronómicos del cultivo de maíz. Aún así, se realizó un muestreo inicial para verificar la presencia de la plaga al inicio del estudio, volviendo las larvas encontradas al mismo sitio para disturbarla en lo mínimo.

Se sembraron tres granos por sitio dejando solo dos plantas a los 18 días después de la siembra, cortando con una navaja la planta menos vigorosa, para no estresar de modo alguno las raíces de las plantas que permanecieron hasta el final del experimento.

Los tratamientos se aplicaron con agua, a chorro, en dos oportunidades, a la siembra (sobre las semillas) y a la primera deshierba (en el cuello de la planta) a los 30 días desde la siembra (dds).

Dentro de las variables evaluadas se consideró: porcentaje de emergencia, altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), número de

mazorcas por planta, altura de inserción de mazorca (cm), peso de grano seco (kg) y peso de 1 000 semillas (g). Los datos se analizaron (varianza, prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) y prueba de normalidad de Shapiro-Wilks) con el paquete informático estadístico InfoStat (2005).

9.2. Resultados

Al verificar la normalidad de los residuos del análisis de varianza de las variables “Altura de inserción de mazorcas”, “Diámetro de tallos” y “Peso de mil semillas” mediante la prueba de Shapiro-Wilks, se encontró falta de la misma, aún después de corregir los datos por la fórmula de \sqrt{x} ; por lo que no se podía continuar con su análisis pues los datos no tenían la “potencia” requerida para un análisis estadístico confiable. Esto implica que para estas variables en particular no hubo relación entre el tamaño de los términos de error y la agrupación experimental a la cual pertenecieron; en otras palabras, existe la posibilidad de que hayan coincidido algunos tratamientos en parcelas adyacentes pese a la aleatorización (Little y Hills, 1984), por lo que habría que hacer calles grandes entre las parcelas en un futuro para evitar esta contingencia.

Cabe indicar que los demás tratamientos no presentaron problemas de baja potencia en sus datos, por lo que los análisis se presentan como sigue:

9.2.1. Número y peso de mazorcas por planta

No existieron diferencias entre repeticiones, tratamientos ni entre la interacción ($p \leq 0,05$), para las variables número de mazorcas por planta y peso de mazorcas por parcela entre los tratamientos evaluados. Siendo indicadores directos del rendimiento, esto indicaría que ninguno de los tratamientos aplicados estaría controlando la plaga.

9.2.2. Porcentaje de emergencia

Se encontró un máximo de 83,71% de emergencia en suelo no labrado frente a 72,67% en suelo labrado en forma convencional (**Figura 30 (a)**) (Tukey $p \leq 0,05$).

9.2.3. Altura de planta

Respecto a la variable Altura promedio de planta, el análisis de varianza muestra diferencias significativas para el factor A (Sistemas de labranza) y para la interacción entre factores (Sistemas de labranza *vs.* Biocidas). Con labranza de conservación el promedio de altura fue de 2,45 cm (**Figura 30 (b)**), superando el promedio de la variedad que es de 2,34 cm (Navas *et al.*, 1993; 2004); mientras que, al roturar el suelo convencionalmente la altura llegó a los 2,33 cm.

9.2.4. Rendimiento en grano seco

Finalmente, los datos de la variable rendimiento promedio en grano seco mostraron diferencias ($p \leq 0,05$) en el factor sistemas de labranza, con un promedio de 1,71 kg por planta con labranza de conservación, frente a 1,60 kg/planta con labranza convencional (**Figura 30 (c)**).

9.3. Discusión

El que existiera mayor emergencia de plantas en suelo no labrado, podría deberse a que la plaga, al tener más vegetación arvense donde alimentarse, se alimentó en ella permitiendo al cultivo no solo tener más población, sino también desarrollarse óptimamente, pues al no afectarlo la plaga tampoco existirían heridas abiertas a los fitopatógenos.

Por otro lado, con base a que a partir de los 20 a 30 días desde la emergencia del cultivo es requerida una buena disponibilidad de nutrientes lo que asegura un buen crecimiento foliar y, por lo tanto, una alta intercepción de radiación en los momentos más críticos (Andrade, 2005), se esperaría un mayor desarrollo vegetal en un suelo labrado pues la planta no tiene competencia en su etapa inicial; sin embargo este experimento mostró lo contrario; posiblemente porque si bien las arvenses ejercen una innegable competencia, la plaga se alimenta en éstas y no daña al cultivo, el cual termina desarrollándose mejor.

Considerando que el lote tenía un historial de presencia de plaga, lo que además se verificó con un muestreo previo a la siembra, se puede

inferir que los tratamientos biocidas, en la forma como se aplicaron y con las cepas utilizadas, no tuvieron un control efectivo del complejo chisa.

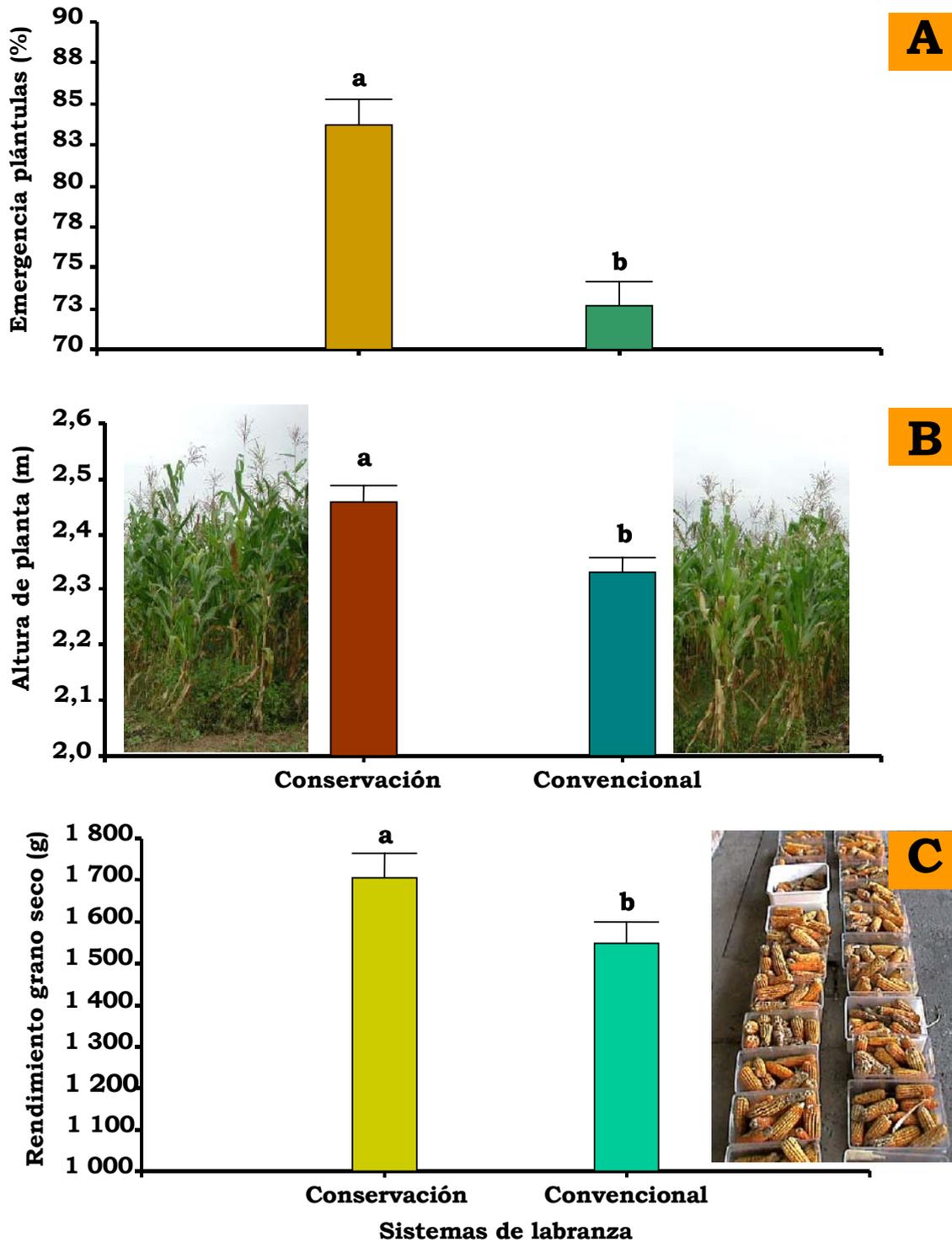


Figura 30. Resultados de las evaluaciones de: (A) Emergencia (%) de plántulas; (B) Altura de planta (m); y, (C) Rendimiento (g), en maíz bajo dos Sistemas de labranza vs. Biocidas para el manejo del complejo chisa (Fotos autor). Se incluyen las barras del error estándar (Tukey $p \leq 0,05$). Letras similares indican igualdad estadística.

Pese a lo anterior, la labranza cero, por mantener e incrementar la riqueza de la macro y micro biota edáfica que promueve la mayor estabilidad entre las comunidades de insectos y vertebrados que se relacionan con ellos; con el tiempo y, según algunos autores entre los que destacan Villalobos *et al.* (2003), sería capaz de mantener las poblaciones de plagas a niveles de convivencia. A esto se suma el hecho de que una labranza de conservación con bajos o nulos insumos sintéticos es a la larga más económica y favorable a la salud ambiental y humana.

Finalmente, se deja en claro que no está todo establecido en cuanto a los sistemas de labranza y aspectos como la oviposición de estas plagas, pues los reportes son contradictorios; así, por ejemplo, por un lado Álvarez *et al.* (2002) indican que ciertas especies de chisas como *Cyclocephala signaticollis* prefieren suelos blandos y removidos para oviponer, por otro Massaro (2003) afirma que los suelos compactados favorecen la oviposición y el nacimiento de larvas de rizófagos como *Anomala testaceipennis*, *Bothynus striatellus*, *Cyclocephala modesta*, *C. putrida*, *C. signaticollis*, *Diloboderus abderus*, *Phylochloenia bonariensis*, *Archophileurus vervex*, y *Heterogeniates bonariensis*.

9.4. Conclusiones

Ninguno de los tratamientos biocidas se constituyó en una alternativa para el manejo del complejo chisa, tal como se aplicaron y con los formulados líquidos y en polvo de las cepas de hongos entomopatógenos utilizadas.

Considerando las bondades supresivas de la conservación e incremento de la macro y micro biota edáfica, el sistema de labranza cero se constituiría en la mejor alternativa a largo plazo para el manejo de la densidad del rizófago, a bajo costo y con altos beneficios a la salud humana y ambiental.

El sistema de labranza convencional no sería efectivo para reducir las poblaciones de chisas, contrario a lo expuesto en la literatura, incluso en combinación con los tratamientos biocidas, tal como se aplicaron en esta investigación.

9.5. Recomendaciones

Reevaluar la metodología para tornar más eficiente el uso y aplicación de biocidas biológicos para el manejo de la chisa, mediante el uso de mejores cepas de entomopatógenos fúngicos; aplicaciones iniciales más frecuentes para establecimiento y luego espaciadas para mantenimiento del inóculo en el suelo, así como aplicaciones apropiadas del inóculo a definir como: uso de protectantes anti U.V. para las esporas, hora de menor radiación solar (luz y temperatura), mayor volumen de agua, etc.

Ampliar las calles entre las parcelas grandes y las pequeñas para mejorar el diseño del experimento y disminuir la posibilidad de la falta de normalidad de los datos en el futuro.

Repetir la investigación con las mejoras propuestas, a fin de refutar o corroborar el efecto del sistema de labranza sobre las plagas de suelo.

9.6. Bibliografía

- ÁLVAREZ C., H.; [especificado “y otros”]. 2002. Avances en el manejo integrado de las principales plagas subterráneas de la papa en el sudeste bonaerense. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Balarce, Grupo de Zoología Agrícola. Artículos de Divulgación Técnica.. Buenos Aires, AR. [En línea] <http://www.elsitioagricola.com/gacetillas/balarce/bl20020311/PlagasSubterranasPapa.asp>
- ANDRADE, F. H. 2005. Momentos críticos para la determinación del rendimiento de los cultivos. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias. Ar. [En línea] <http://www.elsitioagricola.com/articulos/andrade/Determinacion%20del%20Rendimiento%20de%20Cultivos.asp>
- INFOSTAT. 2005. Software estadístico para análisis de datos. Grupo InfoStat de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, AR. [En línea] www.infostat.com.ar
- LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. 1984. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. del inglés por Anatolio de Paula Crespo. MX, Trillas. p. 125-143.
- MASSARO, R. 2003. Trigo: lo que hay que “descubrir” antes de sembrar. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Oliveros. Santa Fe, AR. [En línea] http://www.inta.gov.ar/oliveros/info/documentos/extencion_desarrollo/artic1.htm
- NAVAS A., A.; POSADA S., H.; CARMEN C., O.; PÉREZ B., J.C.; TORREGROZA C., M. 2004. Obtención de variedades de maíz ICA V-305 e ICA V-354 para la zona central cafetera. En: Fitotecnia

- Colombiana. Asociación Colombiana de fitomejoramiento y Producción de Cultivos. Cali, CO. 4(1):55-65.
- _____; POSADA S., H.; PÉREZ B., J.C. 1993. Variedades de maíz para la zona cafetera: ICA V 305, ICA V 354. Instituto colombiano Agropecuario. Chinchiná, CO. Plegable divulgativo no. 263.
- PARDO L.,; L. C.; MONTOYA L., J.; SCHOONHOVEN, A.; MORÓN, M. A. 2003. Composición y riqueza del complejo Melolonthidae (Coleoptera) en cuatro agroecosistemas del Cauca, Colombia. En: Estudios sobre Coleópteros del suelo en América. Agustín Aragón García; Miguel Ángel Morón; Antonio Marín Jaramillo (Eds.). Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, MX. p. 29-43.
- VILLALOBOS, F. J.; VÁSQUEZ G., R. O.; ROMERO L., A. A.; NÚÑEZ V., M. E. 2003. La labranza de conservación y la agrobiotecnología como propuesta de manejo sustentable de la gallina ciega (Coleoptera: Scarabaeidae) en cultivos de maíz (*Zea mays*) de Morelos. En: Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Aragón, G. A.; Morón, M. A.; Marín J., A. (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. MX. p. 313-326.

GLOSARIO

Acame	Se denomina así cuando la planta cae al suelo por acción de vientos, granizadas, lluvias fuertes u otras causas.
Adaptación vegetativa	Se traduce como el vigor del vegetal desarrollado en un ambiente dado.
Agroclimáticas	Condiciones climáticas de una zona agrícola particular.
Agroecosistema	Sistema de plantas, animales y hábitat modificado y simplificado por el hombre para fines agrícolas.
Agroecológico	Agroecosistema sostenible.
Agrotóxicos	Productos químicos biocidas utilizados en la agricultura.
Aleatorizado	Ordenamiento de tratamientos dispuestos al azar.
Apresorio	Protuberancia formada en una hifa o en el tubo germinativo de una spora fúngica destinada generalmente a adherirse a la víctima durante la primera fase de infección.
Arriñonada	Con forma de riñón, se dice de algunas semillas de frijol de hábito arbustivo.
Bifactorial	Se dice del experimento que está arreglado con dos factores en estudio.
Biocida	Que tiene la capacidad de quitar la vida.
Biocontrol	Control biológico.
Biocontrolador	Organismo capaz de regular poblaciones de plagas por cualquier forma de comensalismo.
Biodegradar	Transformar un cuerpo complejo en sustancias más simples efectuada por un organismo vivo.
Bioformulado	Producto biológico formulado con un microorganismo entomopatógeno o su parte activa responsable de su acción biocida.
Biopesticida	Producto biocida que utiliza microorganismos o sus partículas letales contra las plagas que afectan al hombre y sus intereses.
Biota	Se dice de los organismos vivos macro o micro de un ecosistema cualquiera.
Biotrófica	Actividad por la cual un parásito se nutre a expensas de las células vivas del hospedante.
Blastospora	Espora desarrollada por brotación y por su propia capacidad de brotación, como en células de levaduras.
Cadenas tróficas	relativo a la interrelación entre organismos con base a la actividad de nutrición.
Cepa	Aislamiento de una especie de microorganismo con características conocidas que se conserva cultivado en laboratorio para ciertos ensayos.

Clorótico	Que pasa de su color original hacia el claro o decolorado.
Conidio	Espora asexual fúngica producida por constricción de un ápice de hifa o esterigma y no encerrado en un esporangio.
Control	Se dice de la acción y efecto de actuar contra las plagas que afectan al hombre y sus intereses.
Control biológico	Intervención humana para mantener una población de organismos plaga a niveles inocuos. Uso de parasitoides, predadores y patógenos para disminuir la densidad de organismos plaga a niveles de convivencia.
Cría (masiva)	Cultivo artificial en grandes cantidades de un insecto en condiciones controladas de laboratorio, <i>ex situ</i> , con fines experimentales y aplicados.
Cromatografía	fotografía del espectro de colores de una sustancia.
Cualificación	Acción de calificar mediante escalas subjetivas que tratan de medir la calidad de algo.
Cutícula	Capa o película protectora de variada composición material producida por células epidérmicas que cubren el cuerpo de varios invertebrados.
Daño económico	Nivel o densidad mínima de una plaga que causa pérdidas económicas equivalentes al costo de su control.
Diapausa	Un retraso en el desarrollo que no es el resultado directo de las condiciones predominantes.
Ecosistema	Sistema de plantas, animales y hábitat en forma natural.
Electroantenografía	Técnica de la obtención e interpretación de la totalidad de receptores olfativos de un insecto respondiendo a estímulos.
Endospermo	Tejido nutritivo en la semilla que se formó con el saco embrionario como consecuencia de la unión del esperma nuclear con el núcleo polar.
Engrose	Se dice del tubérculo o de la raíz que inician la fase de acumulación de sustancias de reserva como el almidón, por lo que adquieren mayor grosor.
Entomófago	Organismo que consume insectos o sus partes; insectívoro.
Entomógeno	Microorganismo, que se desarrolla dentro o afuera del cuerpo de un insecto.
Entomopatógeno	Organismo capaz de causar una enfermedad a un insecto.
Epicutícula	Capa cerosa más externa del esqueleto externo quitinoso de los artrópodos.

Epidermis	Membrana exterior de la piel.
Escarabeiforme	Larva con cabeza bien definida, hipognata, con tres pares de patas y cuerpo blanco cremoso dispuesto en forma de "C"
Esclerotización	Proceso de endurecimiento del cuerpo de los insectos
Especie	Grupo de individuos capaces de entrecruzarse y producir descendencia fértil y que, en condiciones naturales, están reproductivamente aislados de otros grupos.
Espectrometría	Medición de la descomposición del espectro de la suma de elementos de una forma biológica.
Espora	Cuerpo pequeño y usualmente unicelular reproductivo del cual se desarrolla un nuevo organismo en hongos, bacterias y protozoos.
Esporangio	Una célula o estructura multicelular en la cual esporas asexuales no móviles son producidas en hongos, algas, musgos y helechos.
Esporulación	Proceso de formación y liberación de esporas.
Estadio	Intervalo de tiempo entre dos mudas sucesivas en los insectos inmaduros.
Esterigma	Pequeña brotación desarrollada desde un basidio en los hongos basidiomicetes, por la cual se desarrollan basidiosporas en su ápice.
Estudio observacional	Es el estudio de un proceso existente, no inducido donde se registra una o más variables aleatorias.
Estaca	Porción de tallo en calidad de madera que se puede utilizar para propagar la especie.
Exuvia	restos de la cubierta de un estado inmaduro en insectos con y sin metamorfosis completa.
Fenotípicamente	Actividad realizada por observación del fenotipo.
Fenotipo	Morfología externa típica de una especie vegetal.
Feromona	Mensajero químico de secreción externa producido por un organismo que influye o activa el comportamiento o la fisiología de otros individuos de la misma especie.
Filósfera	Masa del follaje de una planta o conjunto de éstas donde puede formarse un microclima más o menos distinto al circundante.
Fitófago	Que se alimenta de plantas; herbívoro.
Fúngico	Que corresponde a un hongo
Gemación	Forma de reproducción asexuada en la cual el citoplasma de la célula madre empuja la membrana celular hacia afuera para dar lugar a un brote o yema que luego se separará para dar lugar a una célula hija.
Genitalia	Estructuras asociadas con las aperturas genitales del macho y la hembra.

Germoplasma	Plasma de las células germinales por oposición a las somáticas.
Hábitat	Lugar donde un organismo vive de forma natural.
Hemocele	Cavidad llena de sangre que ocupa los espacios entre los órganos de los insectos invertebrados.
Hipocótilo	Región localizada bajo el nudo cotiledonar y sobre el cuello de la raíz.
Hipognata	Posición de los órganos bucales verticalmente, con respecto del cuerpo.
Hospedero	Organismo que alberga a otro como parásito o agente infeccioso.
Imago	El estado adulto de los insectos.
Infestación	Introducción o liberación de un insecto en cualquier estado de desarrollo, con efecto inmediato.
Inoculación	Aplicación de un microorganismo infectivo sobre un sustrato o insecto blanco.
Instar	Estado adoptado por un insecto inmaduro entre las diferentes mudas.
Lamela	Conjunto formado por los tres últimos artejos antenales, los cuales se desarrollan más en comparación con los segmentos anteriores. Presente en los adultos de la superfamilia Scarabaeoidea o Lamelicornia.
Lamelicornios	Adultos de Scarabaeoidea (Coleoptera) que poseen antenas lameladas, exceptuando a los de la familia Lucanidae que tienen antena clavada.
Lipasas	Enzimas específicas que desdoblan las uniones ésteres de las grasas en ácidos grasos y glicerina.
Labranza de conservación	Acción de cultivar la tierra sin afectar su estructura ni disturbar la biota edáfica.
Labranza convencional	Rompimiento del suelo con diversos implementos varias veces hasta dejarlo completamente desestructurado y suelto, en calidad de polvo.
Larva	El estado inmaduro entre huevo y pupa de un insecto con metamorfosis completa.
Marchitez	Cualidad de marchito
Melolonthidae	Familia de escarabajos que se caracterizan por presentar los tres últimos espiráculos en uroventritos.
Metatibial	Parte media posterior del cuarto segmento de la pierna entre el fémur y el tarso.
Microbiota	Se denomina a la biota microscópica de un sustrato cualquiera.
MIP (Manejo Integrado de Plagas)	Uso de todas las herramientas disponibles, de manera compatible, para mantener las plagas en niveles poblacionales de convivencia o bajo el nivel de daño económico.

Morfotipo	Morfología típica de una estructura o individuo completo vegetal.
Moscablanca	Insecto polífago de la familia Aleyrodidae, alado, de color blanco, chupador, con capacidad de transmitir virus.
Mulch	Se denomina al “colchón” que se forma sobre el suelo con materia vegetal o de otra índole.
Muscardina	Micosis de insectos en la cual los cuerpos fructíferos del patógeno fúngico se proyectan fuera del insecto, produciendo un denso cubrimiento de todo el insecto.
Nematodo	Organismo multicelular animal que puede ser benéfico o patógeno.
Nivel de daño económico	Densidad mínima de una plaga que causa pérdidas económicas equivalentes al costo de control.
Oviposición	Acción y efecto de depositar un huevo en un sustrato cualquiera.
Palidia	Estructura de pelos modificados ubicados sobre la superficie inferior del segmento abdominal de las larvas de Scarabaeoidea.
Parásito	Especie que se desarrolla a expensas de otra sin causarle la muerte.
Parasitoide	Insecto que en su estado inmaduro parasita a otro artrópodo hasta destruirlo mientras se desarrolla. Vive libremente en estado adulto.
Patógeno	Organismo capaz de causar enfermedad en el hospedero (vegetal) o en el huésped (animal), según el caso.
Plaga	Macro o microorganismo capaz de causar pérdidas al hombre en sus actividades económicas, de vida, vestido o de salud.
Plaguicida	Sustancia sintética utilizada para eliminar macro o microorganismos plaga.
Patogenicidad	Capacidad de un organismo de causar enfermedad en otro mayor.
Plántula	Planta muy joven con menos de 10 días de germinada.
Población	Grupo de individuos de una misma especie que ocupan un área suficiente para reproducirse y mantener continuidad en el tiempo, mostrando características de crecimiento, dispersión, fluctuación, distribución y variabilidad genética.
Predador	Organismo que devora completamente a otro menor y más débil en un tiempo relativamente corto. En su desarrollo busca, atrapa y consume más de una presa. Usualmente.
Pregerminación	Semilla que se ha germinado en medio artificial, controlando temperatura, humedad y sanidad.

Prepupa	El breve estado inmaduro entre el último larval y pupa de un insecto con metamorfosis completa.
Presa	Organismo que es capturado y consumido por un predador
Preventivo	Actividad o tratamiento aplicado a un blanco antes de que la plaga aparezca en él.
Procutícula	La cutícula incolora de los insectos, compuesta por proteína y quitina, antes de la diferenciación en endocutícula y exocutícula.
Pronotal	En adultos de Coleoptera, la porción curvada del pronoto, debajo del margen lateral.
Pronoto	La parte superior y dorsal del protórax.
Propágulo	Tejido u órgano vegetal que sirve para propagar a la planta madre o de la cual se origina.
Proteasas	Enzimas que actuando sobre los péptidos y proteidos los degradan convirtiéndolos en aminoácidos.
Protórax	El primer anillo o segmento torácico conectado a las piernas posteriores pero no a las alas.
Pupal	El estado entre larva y adulto en insectos con metamorfosis completa.
Quitinasas	Enzimas que degradan la quitina
Radicular	Se dice del sistema de raíces primarias y demás de una vegetal.
Rallandería	Planta procesadora de raíz de yuca para la obtención de almidón.
Ramales	Ramificación; número de ramas que se forman a partir de un tallo.
Raquítica	Estado patológico de una planta manifestado por entrenudos cortos, arepollado general, degeneración, tallos y ramas filiformes, etc.
Ráster	En larvas de Scarabaeoidea (Coleoptera), Un complejo definitivamente ordenado en escasas áreas con pelos y espinas sobre la superficie ventral del último segmento abdominal.
Rizófago	Se refiere al insecto que se alimenta de las raíces de los cultivos.
Rizósfera	Medio cercano que rodea al sistema radicular de un vegetal.
Semioquímico	Sustancia involucrada en la interacción química entre organismos; existen feromonas (entre organismos de la misma especie y aleloquímicos (entre organismos de especies diferentes).
Shapiro-Wilks	Prueba estadística para determinar la normalidad de los residuos de las observaciones y verificar si el modelo estadístico empleado en el experimento tiene defectos o no.
Sinuado	Que tiene senos; si se aplica a las hojas, generalmente senos poco profundos.

Supresivo	Sustrato que tiene una gran carga microbiótica cuya coexistencia evita la expansión dominante de otro organismo constituyente o foráneo.
Sustrato	Donde o sobre el cual un organismo medra incluso y principalmente cuando no es térreo.
Taxonomía	Nombre y descripción de organismos vivos bajo un sistema de clasificación y claves; sistemática.
Transgénico	Organismo que posee genes de otros organismos en su código genético modificado.
Tukey	Prueba estadística para comparaciones múltiples de datos que arroja rangos significativos entre medias de tratamientos.
Umbral de daño económico	Densidad de una plaga en que deben aplicarse medidas de control para evitar que se alcance el nivel de daño económico.
Unifactorial	Se dice del experimento que está arreglado con un solo factor en estudio (tratamiento).
Univoltino	Especie que tiene una generación completa al año.
Uroventrito	Placas esclerizadas ventrales que conforman el tórax de los insectos.
Vaina	Fruto de las papilionáceas que encierra a las semillas.
Valor agronómico	Calificación para un vegetal considerando en forma global subjetiva el vigor y la calidad y cantidad de producción, básicamente.
Vector	Organismo que transmite algún patógeno.
Virulencia	Capacidad de producir enfermedad; habilidad para invadir y afectar al huésped o algunos de sus órganos o tejidos; patogenicidad.
Virus	Microorganismo infeccioso constituido de ácidos nucleicos (DNA o RNA), capaces de multiplicarse solamente en células vivas causando enfermedad en plantas o animales.
Zona cambial	Lugar entre la corteza y la médula de un órgano vegetal donde se ubica el cambio formado por xilema y floema

ANEXOS

Anexo 1. ORTEGA-OJEDA, C. A.; MELO-MOLINA, E. L. GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005a. Densidad letal y niveles de daño del rizófago *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae) sobre estacas de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. Póster.

Densidad letal y niveles de daño de *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae) sobre estacas de yuca

Carlos Alberto Ortega-Ojeda, Elsa Liliana Melo-Molina, Andreas Gaigl, Anthony C. Bellotti
caoro2003@yahoo.com, meloelsa@gmail.com, a.gaigl@cgiar.org, a.bellotti@cgiar.org
Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT

Introducción

Resultados y Discusión

La mayor diversidad de chisas de la región se encuentra en Caldono, Cauca, predominando *Phyllophaga menetriesi* Blanchard (Coleoptera: Melolonthidae) hasta en 85% sobre las demás especies; encontrando particularmente en yuca entre 4 a 5 larvas/m² (Pardo 2002).

Esto llevó a hipotetizar que alrededor de tres chisas por planta serían capaces de causar pérdidas irreparables en el cultivo de yuca, pero sin sustento científico.

Los agricultores aprenden a identificar a la chisa como el agente causal de la mortalidad de plantas durante el establecimiento del cultivo de yuca; pero, al no conocer la oportunidad de controlarla o umbral de acción no les es posible manejar el rizófago de forma acertada y económica, por lo que se hace necesario adquirir un buen conocimiento de la dinámica del rizófago con la planta.

En ese sentido el Proyecto de Manejo Integrado de Plagas Subterráneas del Centro Internacional de Agricultura Tropical planteó el presente experimento en Pescador, Cauca, confinando en baldes estacas de yuca con cinco densidades del Insecto en larva 3 inicial, a campo abierto, durante los meses de enero a abril del 2005.

Una chisa que se desarrolla en la misma planta de yuca, consume más del 50% de la estaca externamente, comprometiendo definitivamente el rendimiento potencial de la planta. Entretanto, el daño interno adicional y más variable, ocurriría por el confinamiento de la larva, al depender de una sola fuente alimenticia (Fig. 3).

Los datos concuerdan con lo observado habitualmente en campo, al retirar plantas muertas y hallarlas asociadas a un número de larvas grandes de entre una a tres por sitio de hasta 10 pequeñas que se han encontrado; esta densidad final se explicaría por la regulación natural, sea por migración hacia fuentes de alimentación libres, condiciones edáficas adversas, entomopatógenos y, canibalismo.

Lo anterior obliga al productor a hacer un control físico + (biológico o químico), por focos, antes de la acostumbrada resiembra o perderá también las estacas de la resiembra (Fig. 4).

En la escala de valor agronómico, aún con solo un individuo por planta las pérdidas alcanzan el grado 5 de ésta (Figs. 4 y 5), lo que es sumamente grave. Esto indicaría que si durante el establecimiento del cultivo de yuca el agricultor detecta tempranamente las plantas con bajo vigor, hasta el nivel 3, podría rescatarlas aplicando rápidamente las herramientas disponibles del manejo integrado de plagas. Si bien no recuperaría el rendimiento original, no perdería del todo la inversión en semilla.

Durante los dos meses del experimento una chisa no elimina al 50% de la población (Fig. 6), pero el eliminar el 30% de éstas en solo 38 días es irreparable, por lo expuesto por Bellotti *et al.* (2002). Observado el vigor de la filósfera y más aún de la rizósfera de estas plantas, se puede inferir que esas plantas tendrán muy bajos rendimientos al final de su ciclo en número y peso de raíces comerciales, por lo encontrado por Ortega *et al.* (2005); esto considerando que no habría más daño al llegar las chisas al estado de desarrollo de prepupa, cuando cesa su alimentación.

Objetivos

Conclusiones

- Establecer el grado de daño de cuatro densidades del tercer estado larval de *Phyllophaga menetriesi* en estacas de yuca.
- Identificar la densidad letal del insecto sobre estacas de yuca "semilla", durante los dos meses del establecimiento del cultivo.

Material y Métodos

Colaboradores

El experimento se llevó a cabo en la Finca Bellavista, ubicada en la Vereda Pescador del Municipio de Caldono, Cauca, a 1580 m de altitud.

Se emplearon estacas de yuca de 20 cm de longitud provenientes del tercio medio de plantas de la variedad SM 707-17; las que se sembraron verticalmente, en baldes plásticos (0,40 m de alto por 0,30 m de diámetro), con drenaje inferior (0,06 m de diámetro), conteniendo 0,02 m³ de suelo agrícola local.

Las larvas de *P. menetriesi* de tercer estadio inicial, provenientes de la cría en el *campus* experimental del CIAT, se liberaron conforme a las densidades de 0, 1, 3, 5 y 7 larvas/tratamiento, sobre la superficie del sustrato, equidistantes entre sí, la estaca y la pared del balde; reemplazando aquellas que no se introdujeron después de 10 min, por otras larvas más vigorosas.

La metodología empleada si bien confina al insecto, trata de replicar las condiciones naturales al ubicar los baldes en zanjas excavadas en uno de los lotes de la finca; los cuales se introducen hasta un 95% de su altura, para evitar la influencia de la temperatura y luz directa del sol sobre las paredes del balde. La superficie interna del sustrato se ubica a la misma altitud que el terreno externo a los baldes (Fig. 1).

Las evaluaciones inician a los 15 días desde la siembra, tomando datos cada 4 días, hasta los 60 días que duró el experimento. Durante este periodo se registra, además de la mortalidad de plantas, la variable valor agronómico, tomando en cuenta para ello el vigor del vegetal, desarrollo vegetativo y color de follaje, básicamente. La escala visual utilizada para la cualificación de esta variable va de 1 a 9; donde 1 corresponde a una planta ideal y 9 a una irrecuperable (Fig. 2).

Una vez reconocida la muerte de las plantas se extrae la estaca y se califica el daño externo e interno de la misma a causa de la alimentación del rizófago.

Las larvas extraídas al evaluar el sustrato se contabilizan para verificar la permanencia de la población inicial en cada tratamiento.

Fig. 1. A partir de adultos (a) capturados en trampas de luz negra se obtuvo una cría de *Phyllophaga menetriesi* cuyas larvas 3 (b) se utilizaron en el experimento. Las estacas (c) provenientes de la variedad de yuca SM 707-17, se insertan verticalmente en baldes (d) con sustrato agrícola local; posterior a lo cual se liberan (e, f) las larvas sobre el sustrato. Después que los brotes emergen (g, h), inicia la evaluación del desarrollo vegetativo (i), hasta la muerte de las plantas y estacas durante 60 días, registrando al final la severidad del daño de la larva sobre la estaca (j).

Fig. 2. Escala visual para evaluar la variable Valor Agronómico (foliar) de las plantas de yuca, donde 1 corresponde a una planta ideal, vigorosa y de buen color, mientras que 9 corresponde a una irrecuperable, enana, clorótica y marchita.

Fig. 3. Consumo (daño) externo e interno de una estaca de yuca, por diferentes densidades de chisas (0, 1, 3, 5 y 7 larvas por unidad experimental).

Fig. 4. Diferencias en vigor (fig.) y daños externo e interno (der.) producidos en estacas de yuca por la chisa, durante los dos primeros meses del cultivo.

Fig. 5. Efecto en el valor agronómico (vigor) de la planta de yuca, en el tiempo, bajo diferentes densidades de chisas. Se incluye el error estándar.

Fig. 6. Días de consumo vs. Población eliminada, con cinco densidades del rizófago (línea de corte en el 90% de la población). Pescador, Cauca, 2005A.

Referencias

Colaboradores

BELLOTTI, A.C.; ARIAS V., B.; VARGAS H., O.; PEÑA, J.E. 2002. Pérdidas en rendimiento del cultivo de yuca causadas por insectos y ácaros. En: La Yuca en el Tercer Milenio; Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Comp. Por Bernardo Ospina y Hernán Ceballos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. p. 212-215.

ORTEGA O., C.A.; MELO M., E.L.; GAIGL, A.; BELLOTTI, A.C. 2005. Identificación de niveles de daño del rizófago *Phyllophaga menetriesi* B. (Coleoptera: Melolonthidae) en un cultivo comercial de yuca. Proyecto de Manejo Integrado de Plagas Subterráneas en Suramérica, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. Póster.

PARDO L., L.C. 2002. Aspectos sistemáticos y bioecológicos del complejo chisa (Col.: Melolonthidae) de Caldono, Norte de Cauca, Col. Tesis de Magister en Ciencias Biológicas. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. Santiago de Cali, Col. 170 p.

Conclusiones

Referencias

- Aunque sobreviven hasta 70% de las plantas atacadas por una chisa, éstas pierden al menos el 53% de su potencial productivo por el consumo del rizófago.
- Tres chisas por planta, lo común en la naturaleza, eliminan el 50% de un lote de yuca en solo 56 días; mientras que el extremo de siete lo hacen en solo 24 días.
- Siete larvas por planta eliminan toda una población de yuca en 35 días.
- Siendo entonces el umbral de acción inferior a una chisa por planta, el estado de *P. menetriesi* se debe hacer antes de su presencia o evadiendo el estado de desarrollo más dañino de larva 3; y, máximo a la siembra para que las pérdidas no sean significativas.

Conclusiones

Referencias

Germán Andrés Calberto, Rodrigo Zúñiga y Óscar Yela (CIAT)
Manuel Trujillo y Hüber Trujillo (Finca Bellavista)

108

Anexo 2. ORTEGA-OJEDA, C. A.; MELO-MOLINA, E. L. GAIGL, A.; BELLOTTI, A. C. 2005b. Identificación de niveles de daño del rizófago *Phyllophaga menetriesi* B. (Coleoptera: Melolonthidae) en un cultivo comercial de yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. Póster.

Identificación de niveles de daño del rizófago *Phyllophaga menetriesi* B. (Coleoptera: Melolonthidae) en un cultivo comercial de yuca

Carlos Alberto Ortega-Ojeda, Elsa Liliana Melo-Molina, Andrés Gaigl, Anthony C. Bellotti
caoro2003@yahoo.com, meloelsa@gmail.com, a.gaigl@cgiar.org, a.bellotti@cgiar.org
Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT

Introducción

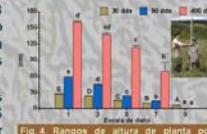
En campos comerciales de yuca se nota un grave detrimento a la densidad de plantación por unidad de superficie a causa de rizófagos como la chisa *Phyllophaga menetriesi* (Blanchard) (Coleoptera: Melolonthidae), que al consumir estacas durante el establecimiento del cultivo elimina plantas de manera importante.

Durante esta etapa la herramienta del monitoreo para el manejo de la plaga, a la fecha de la presente investigación, carecía de un indicativo para tomar la decisión de ejercer medidas de control de este insecto, pues no se podía relacionar el vigor de las plantas de un lote con ningún nivel de gravedad de daño del rizófago.

Se escogió a *P. menetriesi*, debido a que estudios conducidos en Caldoño, Cauca, lo identificaron, dentro de la diversidad de chisas de la región, como el rizófago predominante hasta en un 85% sobre las demás especies; más aún, cuando se encontraron entre 4 a 5 larvas/m² en los cultivos de yuca (Pardo 2002).

Este estudio observacional a campo abierto y con libre infestación, difiere de los estudios experimentales donde los tratamientos son inducidos, por lo que la empresa es un reto innovador que pretende aportar al conocimiento de la dinámica de la plaga con el cultivo de yuca en campos comerciales de yuca.

En ese sentido el Proyecto de Manejo Integrado de Plagas Subterráneas del Centro Internacional de Agricultura Tropical planteó este estudio observacional en Pescador, Cauca, ubicándolo en un campo comercial de yuca de pequeña escala, identificando inicialmente diferentes niveles de daño en todo el lote para luego de marcar tratamientos, hacer el seguimiento analítico científico respectivo que condujo a los resultados aquí expuestos.


Objetivos

- Establecer fenotípicamente, en un cultivo comercial de yuca, niveles de daño que indiquen al productor la oportunidad de aplicar medidas de control para la chisa *Phyllophaga menetriesi*, durante el establecimiento del cultivo.
- Cuantificar las pérdidas de rendimiento en raíces según el daño inicial del rizófago.
- Evaluar el daño de una segunda generación de larvas de *P. menetriesi* cuando se desarrolla paralelamente a la etapa de engrosamiento de las raíces de yuca.

Al contrario, 400 dds se forman solo cuatro jerarquías, compartiendo un rango las plantas de escala 1 (testigo) y 3 (daño mínimo); lo que indicaría que si el daño cesa las plantas se recuperan favorablemente (Fig. 4). En contraste, las plantas de escala 9 murieron antes de los 90 dds; y, si esto ocurriese en el 30% del cultivo las pérdidas serían irrecuperables según Bellotti *et al.* (2002).

El análisis de número y diámetro de tallos mostró también cuatro rangos, donde el testigo y el nivel 3 de daño resultan similares ($P < 0,0001$), mostrando que, si el perjuicio no persiste las plantas alcanzan el desarrollo esperado (Fig. 5); no así los demás niveles, con pobre a nulo desarrollo.

Al analizar número de ramales/planta se revelan tres jerarquías ($P < 0,0001$), donde los niveles 1, 3 y 5 comparten rango; demostrando que este carácter genético no se afecta hasta el daño 5 (intermedio).

Del análisis del número de raíces totales y comerciales ($P < 0,0001$), se desprende que, aunque en la industria del almidón se pueden comercializar aún las raíces de plantas de nivel de daño 5, solo podrían venderse en el mercado fresco hasta las raíces de plantas de nivel de daño 3 (Fig. 6).

Similar efecto se observó en peso de raíces totales y comerciales (Figs. 7 y 8); deduciéndose que se tendría rentabilidad siempre que la rizofagia inicial no supere la escala de daño mínimo (3); lo que ocurriría cuando una sola larva no se desarrolle sobre la misma estaca, por lo observado por Ortega *et al.* (2005).

Finalmente, no se hallaron signos de daño de chisas de segunda generación en las raíces de yuca en este estudio, en más de 100 plantas cosechadas; pudiendo desarrollarse el rizófago con raicillas de la misma yuca o de arvenses que normalmente invaden el campo de cultivo a la época de cosecha.

Material y Métodos

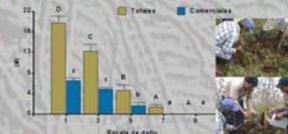
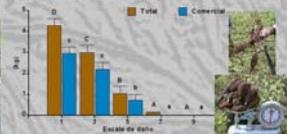
El experimento se llevó a cabo en la Finca Bellavista, ubicada en la Vereda Pescador del Municipio de Caldoño, Cauca, a 1 580 m de altitud (Lat. N 2° 49' 15,1 y Lon. W 76° 33' 45,6). Se sembraron 1 300 m² con la variedad de yuca SM 707-17 en un sector usualmente infestado de chisas; lo que se verificó con un muestreo al azar, disturbando lo mínimo al insecto y dejándolo en el mismo sitio (Fig. 1).

Al tratarse de un estudio observacional los tratamientos se asignan (no inducidos), utilizando para ello una escala de valor agronómico (Ortega *et al.*, 2005) con cinco clases (1, 3, 5, 7 y 9), donde 1 corresponde al testigo, una planta ideal (mayor tamaño, robusta, color verde intenso, lozana, etc.) y, 9 corresponde a una planta raquítica (enana, flácida, clorótica, en marchitez irreversible) (Fig. 2). Se tomaron 10 plantas de cada clase obteniendo 10 repeticiones de 5 tratamientos (1 m²/c/u) en un diseño completamente al azar. Las plantas se marcaron para evaluarlas durante el experimento.



Las evaluaciones inician a los 15 días desde la siembra (dds), midiendo valor agronómico (vigor foliar) a los 30 y 90 dds; altura de planta 30, 90 y 400 dds; número de raíces totales y comerciales; peso de raíces totales y comerciales; número y diámetro de tallos; número de ramales; y, presencia de chisas de segunda generación y la severidad de su daño a las raíces engrosadas. Las variables comerciales se obtienen con base a la experiencia del productor en la comercialización de yuca.




Resultados y Discusión

El análisis de varianza (adeva) del valor agronómico 90 dds muestra que las plantas de escala de daño 3, próximas al Ideal 1 tienden a mejorar; mientras que las plantas de escala 5 en adelante empeoran, hasta morir, como las de escala 9 (Fig. 3). El adeva de altura de planta (30 y 90 dds) exhibe cinco rangos ($P < 0,0001$), indicando que esta variable se afecta significativamente a partir de una larva/planta (Fig. 4).

Conclusiones

- Aunque hay diferencias en valor agronómico, los caracteres altura de planta, número y diámetro de tallos y, ramales se afectan solo a partir del daño 5 (intermedio).
- Si *P. menetriesi* causa un daño mínimo a la estaca (nivel de daño 3) durante el establecimiento del cultivo, el rendimiento de raíces totales es satisfactorio si se destinan para la industria de almidón; y, en raíces comerciales (mercado fresco) estadísticamente similar al producido por una planta sana.
- No hay evidencia de que la segunda generación de chisas afecte el engrosamiento y madurez de la raíz de yuca.
- Es posible diferenciar niveles de daño por causa de *P. menetriesi* en plantas de lotes comerciales yuca, al establecimiento, que permiten manejar oportuna y acertadamente al rizófago.

Colaboradores

Germán Andrés Calberto, Rodrigo Zuñiga y Óscar Yeta (CIAT)
Manuel Trujillo y Húber Trujillo (Finca Bellavista)

Referencias

BELLOTTI, A.C.; ARIAS V. B.; VARGAS H. O.; PERA, J.E. 2002. Pérdidas en rendimiento del cultivo de yuca causadas por insectos y acaros. En: La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Comp. Por Bernardo Ospina y Hernán Ceballos. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. p. 212-215.

ORTEGA O. C.A.; MELO M. E.L.; GAIGL A.; BELLOTTI, A.C. 2005. Densidad letal y niveles de daño de *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Melolonthidae) sobre estacas de yuca. Proyecto manejo integrado de plagas subterráneas de Suramérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Co. Póster.

PARDO L. L.C. 2002. Aspectos sistemáticos y bioecológicos del complejo chisa (Col.: Melolonthidae) de Caldoño, Norte de Cauca, Col. Tesis de Magister en Ciencias Biológicas. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias. Santiago de Cali, Col. 170 p.

Curriculum vitae

Cinco años de experiencia en Investigación y Desarrollo Agrícola y siete de Docente Universitario



FORMACIÓN

MASTER (M.Sc.) FITOPROTECCIÓN, Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), Ec.; Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Col. 2005.

ESPECIALISTA EN FLORICULTURA, Universidad Central del Ecuador, Ec. 1998.

INGENIERO AGRÓNOMO, Universidad Técnica de Ambato, Ec. 1994.

ESPECIALISTA EN CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS AGRÍCOLAS, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Co. 2003.

ESPECIALISTA EN AGROECOLOGÍA Y DESARROLLO RURAL, Facultad Internacional de Agroecología y Desarrollo FIAD, Pe. 1998.

IDIOMAS

ESPAÑOL Lengua materna
INGLÉS Muy bueno

INFORMÁTICA

Instalación, reparación básica y administración de equipos y sistemas operativos PC.
Manejo de diversas aplicaciones de cálculo, texto, estadística, programas de diseño y edición gráfica, de audio-video.

FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Dibujante de Estructuras de Ingeniería Civil.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico.

Búsqueda y Manejo de Información y Técnicas de Escritura para Publicaciones Científicas.

Buenas Técnicas de Comunicación (Socialización de Paquetes Tecnológicos).

Más de 30 cursos, congresos y reuniones nacionales e internacionales en temas de: Fruticultura, Horticultura, Floricultura, Protección Vegetal, Poscosecha, Administración, fitomejoramiento, Cultivo *In vitro*, etc.

CARLOS ALBERTO ORTEGA-OJEDA

EXPERIENCIA PROFESIONAL

ASESOR CONSULTOR, Cultivos extensivos de clima frío a tropical; Producción de cultivos protegidos; Control biológico de Plagas Foliare y Subterráneas, 2002 – hasta la fecha.

INVESTIGADOR VISITANTE, Proyecto Manejo Integrado de Plagas Subterráneas del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (Colombia), 2003 – hasta la fecha.

DOCENTE UNIVERSITARIO TIEMPO COMPLETO, (Cultivos de clima frío a tropical, Redacción Técnica, Floricultura) en la Facultad de Ciencias Agropecuarias (IASA) de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) (Ecuador), 1996-2003.

INVESTIGADOR ENTOMÓLOGO, Centro de Investigaciones IASA-ESPE (Ecuador), 2002-2003.

JEFE DE ÁREA PRODUCCIÓN VEGETAL, IASA-ESPE (Ecuador), 2002-2003

DIRECTOR Y CO DIRECTOR >30 TESIS DE GRADO DE INGENIEROS AGROPECUARIOS, IASA-ESPE (Ecuador), 1997-2003

PRODUCTOR DE TOMATE RIÑÓN, ZUCCHINI, ALBAHACA Y OTROS CULTIVOS ORGÁNICOS BAJO INVERNADERO, (Ecuador), 1999-2002

PRODUCTOR DE CARACOL, *Helix aspersa* (Ecuador), 1999-2002.

EVALUADOR DE PESTICIDAS para Empresas internacionales de Agroquímicos para su ingreso al Mercado Ecuatoriano, 2000-2001.

LABIOTSA, Productora de champiñones *Agaricus bisporus*, (Ecuador) - Temporadas de verano, 1995-1997.

ASISTENTE DE INVESTIGACIÓN, Programa de Mejoramiento de Leguminosas y Responsable Sub Proyecto Manejo Integrado de moscablanca e Investigación Participativa con agricultores. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Proyecto del Frijol para la Zona Andina (PROFRIZA-CIAT). Ecuador-Colombia, 1994-1996.

COMPETENCIAS ADICIONALES

PUBLICACIONES:

Siete publicaciones científico - técnicas nacionales y ocho internacionales.

PREMIOS O MÉRITOS:

MEJOR EGRESADO Promoción 1994, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Ambato (UTA), 1994.

PRESIDENTE de la Asociación de Estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agronómica - UTA, 1993.

TERCER LUGAR EN EXCELENCIA, por investigación de Nematodos Entomopatógenos. SOCOLEN 2005, Colombia.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Conducción de vehículos y maquinaria agrícola.

Primeros Auxilios y Respuesta a Accidentes con Material Peligroso.

Conocimiento de circuitos eléctricos, cerrajería y bricolaje.