

**IDENTIFICACIÓN DE CHIZAS (Coleoptera: Melolonthidae) ASOCIADAS A PASTO
“Kikuyo” (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) Y PAPA (*Solanum tuberosum* Linneo) Y
SUS POSIBLES ENEMIGOS NATURALES EN Cundinamarca**

CESAR AUGUSTO ZULUAGA CASTRO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

BOGOTA D.C

2003

IDENTIFICACIÓN DE CHIZAS (Col: Melolonthidae) ASOCIADAS A PASTO “Kikuyo”

(*Pennisetum clandestinum* Hoechst) Y PAPA (*Solanum tuberosum* Linneo) Y SUS

POSIBLES ENEMIGOS NATURALES EN Cundinamarca

CESAR AUGUSTO ZULUAGA CASTRO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero

Agrónomo

Directores:

**MIGUEL SANTIAGO SERRANO RUIZ. P.hd.
Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia.
Facultad de Agronomía.**

**ALFREDO ACOSTA GOMEZ. I.A
Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia.
Facultad de Agronomía.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

BOGOTA D.C

2003

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

“Este trabajo hace parte de las investigaciones realizadas en la Universidad Nacional de Colombia-Bogotá y en el Centro Internacional de Agricultura tropical, sin embargo, las ideas emitidas por el autor son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de las instituciones.”

(Artículo 14 de la resolución N° 0047 de 1981)

A mis padres, mi abuela, mis hermanos por su apoyo y comprensión.

A Ana Sofia

A Miguel por su confianza

A mi familia

A mis Amigos

IDENTIFICACIÓN DE CHIZAS (Col: Melolonthidae) ASOCIADAS A PASTO “Kikuyo”

(*Pennisetum clandestinum* Hoechst) Y PAPA (*Solanum tuberosum* Linneo) Y SUS

POSIBLES ENEMIGOS NATURALES EN Cundinamarca

Identification of white grubs associated with “Kikuyo” grass (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) and potato (*Solanum tuberosum* Linneo) and their possible natural enemies in Cundinamarca, Colombia.

Cesar A. Zuluaga¹, Miguel S. Serrano², Alfredo Acosta³.

RESUMEN

En el Centro Agropecuario Marengo, en Mosquera a 2547 m.s.n.m y en el municipio de Cogua a 3.200 m.s.n.m. se estudió la fluctuación poblacional de chizas, se detectaron enemigos naturales y se detectaron caracteres diagnóstico de las especies predominantes. Mediante análisis estadístico se determinó que las chizas en pasto kikuyo siguen una distribución espacial ajustada a la Binomial negativa, con un $K = 1,3$. El tamaño óptimo de muestra con 30% de error es de 10 cuadrantes de $0,3 \text{ m}^3 / \text{ha}$. Se realizaron muestreos; un porcentaje de las larvas obtenidas se sacrificó para estudio taxonómico y las restantes se usaron para establecer una colonia. Se colectaron 6 especies y se determinaron los caracteres diagnóstico de 3 (*Ancognatha* sp., *Heterogomphus dilaticollis* y *Clavipalpus* pos. *ursinus*. (COLEOPTERA: Melolonthidae)). Se instalaron trampas de luz y se contaron adultos. El 90% de los individuos fue la especie *A. scarabaeoides*. y el restante fue de las especies *Heterogomphus dilaticollis*, *Manopus biguttatus* *A. ustulata* y *Astaena* sp. Se aislaron 35 hongos, y se identificaron 4 aislamientos de

Metarhizium anisopliae, 3 de *Fusarium* sp., 2 de *Beauveria bassiana*, 2 de *Phaecilomices* sp., 2 de *Verticillium* sp. y 1 de *Aschersonia* sp., 29 bacterias y se identificaron 15 aislamientos de *Bacillus popilliae*, 3 de *B. sphaericus*, 2 de *Clostridium* sp., 1 de *B. larvae* y 1 de *B. cereus*. Se obtuvieron 4 aislamientos de nematodos y se identificaron 2 pertenecientes a *Mesorhabditis* sp. y *Steinernema* sp. Se registra una larva afectada por un posible protozooario Microsporidia.

PALABRAS CLAVE: Chizas, enemigos naturales, control biológico, entomopatógenos.

SUMMARY

It was determined by the analysis of 15 soil samples that white grubs on Kikuyo grass has an aggregated special distribution at Centro Agropecuario Marengo in Mosquera and Cogua. That distribution is explicated by a negative binomial and described by the constant $K=1.3$. Then, it was determined that the sample size with a 30% error is ten quadrants of $0.3 \text{ m}^3/\text{Ha}$. Sampling was made in the localities; a percent of grubs was sacrificed for taxonomical purposes and the remaining grubs were used to stablish a colony. Six species were collected and the diagnosis character of three species were determined (*Ancognatha* sp., *Heterogomphus dilaticollis* y *Clavipalpus* pos. *ursinus*. (COLEÓPTERA: Melolonthidae)). Light traps were set up to capture adults. The 90% of the captures belonged to the *Ancognatha scarabaeoides* at and the *Heterogomphus dilaticollis*, *Manopus biguttatus* *A. ustulata* y *Astaena* sp. species. 35 fungus isolations were identified. Four of them of *Metarhizium anisopliae*, three of *Fusarium* sp., two of *Beauveria bassiana*, two of *Phaecilomices* sp., two of *Verticillium* sp. and one of *Aschersonia* sp. 29 bacteria were isolated and there was identified 15 isolations of *Bacillus popilliae*, three of *B. sphaericus*, two of *Clostridium* sp., one of *B. larvae* and one of *B. cereus*. Two of four

nematodes isolations belonging to *Mesorhabditis* sp. and *Steinernema* sp were identified. A grab affected by a possible Microsporidia protozoo was registered.

KEY WORDS: white grabs, entomopathogens, natural enemies, biological control

INTRODUCCIÓN.

Dos de los principales cultivos de las zonas frías del país son la papa *Solanum tuberosum* y las pasturas para ganado. El cultivo de la papa es la actividad agrícola más importante de la zona fría andina en Colombia. En lo económico, en 1996 el cultivo participó con cerca del 5,9% del total del valor de la producción agrícola. Para el año de 1998 se sembraron alrededor de 167.000 hectáreas; es el cultivo de mayor demanda de insecticidas y fungicidas y el segundo después del café, en uso de fertilizantes aismismo es el producto agrícola que más transporte terrestre genera en Colombia.

Se calcula que para el año 2002 el área cultivada en papa en el país fue de 11.000 ha, de las cuales el 34% se localizó en Cundinamarca. La producción anual del país es de alrededor de 3.000.000 de toneladas, de las cuales Cundinamarca produce el 35%. (Redepapa. org 2002)

En cuanto a pastos la sabana de Bogotá contaba para 1997 con 290.000 hectáreas en praderas dedicadas principalmente a la producción lechera. Estas praderas en lo que a gramíneas se refiere, están constituidas en un 80% por pasto “Kikuyo” *Pennisetum clandestinum*, y el 20% restante por raygrases (*Lolium* spp), pasto azul orchoro (*Dactyllis glomerata.*), avena forrajera (*Avena fatua* L.), y especies nativas como la falsa poa (*Holcus lanatus*) y pasto oloroso (*Anthoxanthum odoratum* L.) (Bernal y Miranda 1997).

Adicionalmente, una de las prácticas más generalizadas en el altiplano Cundiboyasense para dejar descansar el suelo y disminuir el impacto del cultivo de la papa sobre el suelo, es la rotación con pasturas para hatos lecheros por cortos periodos. Los agricultores, después de dos o tres ciclos de cultivo de papa, “abandonan” el lote para que se cubra de malezas y pasto “Kikuyo”; en otros casos se realizan siembras de pasto y se habilitan los lotes para cortos periodos de ganadería. Este sistema está localizado en alturas que oscilan entre 2.600 y 3.200 m.s.n.m.(Redepapa. Org 2002). Entre las plagas de mayor importancia en estos dos sistemas de cultivo está el complejo de chizas, el cual por su difícil control y las deficientes estrategias de manejo implementadas por los agricultores, ha generado un uso excesivo de insecticidas. En el caso de las praderas para ganado de leche, que son de uso más frecuente en la sabana de Bogotá, el problema es aun mayor, por la alta persistencia de los insecticidas utilizados y por la posibilidad de que estos productos pasen al consumidor a través de la leche. Con el sistema de rotación el problema es aun mayor, debido a que los periodos de tiempo en que el lote se cubre de pasto proporcionan a las chizas un ambiente propicio para completar su ciclo de vida y reproducirse. Durante este periodo no se realiza ningún tipo de labranza, lo cual influye de manera directa en el nivel de población presente en campo en el ciclo de cultivo siguiente.

Las chizas son también llamadas mojojays, mojourros, gusanos blancos o gallinas ciegas; sobresalen por su diversidad local, nacional, y por sus hábitos alimenticios no específicos, que tienen un impacto económico de efecto estacional y de variada intensidad (Pardo, 2000), y por su difícil control.

Las chizas se desarrollan en el suelo y afectan las raíces de los pastos, disminuyendo la persistencia del pasto y afectando la recuperación durante el periodo de descanso. (Giraldo, 1982.). Sumado a esto, al consumir materia orgánica en las praderas, aflojan el suelo y cuando

pasa el ganado comiendo, desprende los cespedones o hunde el pasto al pisarlo, lo que genera parches de pasto amarillos y en casos de ataque mas fuertes, se pueden observar zonas de ausencia total de pasto. Los daños son mayores en época seca cuando la humedad es más superficial. (Polania, 1982).

Las chizas son los estados inmaduros de los escarabajos pertenecientes a la superfamilia Scarabaeoidea y a la familia Melolonthidae (Moron, 1994; Pardo, 1994; Ruiz y Pumalpa, 1990; Londoño *et all*, 2002). En Colombia se han registrado cerca de 579 especies de la familia Melolonthidae y cerca de 225 pueden ser consideradas plagas (Vallejo, 2000). Las chizas son una plaga importante tanto en cultivos tropicales como en las regiones templadas así como en pasturas naturales (King, 1984). Las larvas de estos escarabajos habitan en el suelo y se pueden alimentar de las raíces de sus hospederos en el caso de las especies rizófagas o de materia orgánica en descomposición en el caso de las especies saprófagas o saproxilófagas. El daño causado por las especies rizófagas puede ocasionar la pérdida completa de la cosecha, especialmente si el ataque ocurre cuando las plantas son jóvenes. (Hruska, 1987).

A pesar de que desde hace ya bastante tiempo en la Sabana de Bogotá se han venido realizando investigaciones alrededor de este problema, iniciando con los trabajos de Apolinar Maria (1927), no se ha realizado un trabajo de reconocimiento a nivel de larvas de las especies existentes. Ni tampoco se han realizado trabajos de reconocimiento de los hábitos alimenticios de algunas de estas especies. Por tal razón se hace necesario ampliar el conocimiento sobre este complejo en el altiplano Cundiboyacense para de esta forma poder generar estrategias de manejo para este complejo. Dado lo anterior esta investigación se propuso contribuir al conocimiento taxonómico de las larvas de algunas especies del complejo de chizas presente en cultivos de papa y en potreros de pasto “Kikuyo” en dos localidades del departamento de Cundinamarca, así como

registrar las poblaciones de adultos atraídos hacia trampas de luz negra, para observar su comportamiento estacional a través del año. También se pretendió examinar el daño causado por *Clavipalpus* pos. *ursinus*, en papa criolla *Solanum phureja* L. var. ‘Yema de huevo’ en condiciones de campo. De igual manera se registraron y aislaron enemigos naturales encontrados afectando chizas de forma natural con énfasis en hongos y nematodos y se presenta un registro de bacterias aisladas directamente de larvas. Se logró la identificación a nivel de género de bacterias, hongos y nematodos en la mayoría de los casos y se ilustran con fotografías algunas de las patologías más relevantes para cada grupo.

MATERIALES Y METODOS.

Localización. Con el fin de tener un estimativo claro y valedero de las especies encontradas en la franja de producción de papa en Cundinamarca, el trabajo de campo se realizó en dos regiones separadas altitudinalmente a alturas consideradas el límite inferior y el límite superior respectivamente para el cultivo de la papa en esta región. El Centro Agropecuario Marengo de la Universidad Nacional de Colombia, ubicado en Mosquera (Cundinamarca) a 2.547 m.s.n.m, con una precipitación media anual de 970 mm y temperatura promedio de 13°C, fue tomado como límite altitudinal inferior. Esta finca con una extensión total de 92 has es principalmente ganadera con la mayor parte de su extensión sembrada en *P. clandestinum* y cereales como maíz para ensilaje (alrededor del 70%). Adicionalmente, durante todo el año se producen hortalizas como lechuga, zanahoria y papa. La finca es de topografía plana en su gran mayoría, los lotes de pasturas para ganadería son de alrededor de 3 has y la producción de hortalizas se realiza en lotes que oscilan entre 0,1 y 1,5 has. La segunda finca está ubicada en la vereda Quebrada honda, del municipio de Cogua (Cundinamarca) a 5°5’ L N y 73°59’ L O y a 3.200 m.s.n.m, en una zona de topografía muy quebrada con pendientes de más del 50% y tiene una extensión de 25 has. La

finca esta dedicada a la producción de semilla certificada de papa, se realizan siembras escalonadas de papa *S. tuberosum* de las variedades ‘Diacol capiro’, ‘Parda pastusa’, ‘ICA Unica’, ‘ICA Morita’ y *Solanum Phureja* var. ‘Yema de huevo’ en lotes que oscilan entre 0.7 y 1.5 has. Las siembras se realizan durante todo el año, se dejan descansar los lotes por 2 o 3 meses, y se permite que se cubran por pasto ‘Kikuyo’ y malezas. La zona está rodeada por bosques alto andinos secundarios. Esta localidad, aparte de estar ubicada en el límite altitudinalmente superior de la zona de producción de papa, brinda información acerca de las especies de chizas y sus enemigos naturales en una zona dedicada exclusivamente a la producción agrícola intensiva. Los muestreos en su gran mayoría fueron realizados en lotes que se encontraban en proceso de cosecha. También se realizaron muestreos esporádicos en los municipios de Subachoque y Tabio (Cundinamarca) en fincas predominantemente paperas, las cuales son altitudinalmente similares al C.A.M (Centro Agropecuario Marengo) pero se encuentran ubicados mas al norte en la sabana de Bogotá.

Estimación de Tamaño de Muestra y Distribución Espacial.

Durante el mes de Septiembre de 2002 en el C.A.M se realizó un muestreo preliminar utilizando una modificación de la técnica de excavar un cuadrante de 1m^2 y 0.15 m de profundidad (Pardo 2002) como unidad de muestra se contó el número de larvas separadas de acuerdo a su estado de desarrollo, el número de pupas y de adultos encontrados en cada cuadrante. Se tomaron 16 muestras para calcular, la media, la desviación Estándar(S) y la varianza(S^2). Se tomo la relación varianza / media como un indicador del patrón de disposición espacial y se calcularon los índices de dispersión de la muestra I (relacion varianza-media) m^* (Indice de agregación de Lloyd) L (Indice de agregación de Lloyd con base en la varianza)y los parámetros que describen la distribución espacial (Southwood, 1978; Duque, 2000). Si la relación varianza media I es mayor que 1es por que existen sitios muy poblados y otros no, característica de poblaciones distribuidas

de manera agregada. La media de agregación de Lloyd significa el número promedio por individuo, de otros individuos que comparten con el la unidad de muestreo y en una distribución agregada m^* , será mayor que M . El índice de Lloyd (parcheado) se genera al notar que m^* depende de la densidad de la población, por esto Lloyd propone calcular el índice I con la varianza. En una distribución agregada L será menor que 1. (Duque, 2000).

Fluctuación poblacional de chizas.

Una vez determinado el tamaño de muestra se realizaron muestreos mensuales de larvas desde septiembre de 2002 a mayo de 2003 en el C.A.M y de noviembre de 2002 a agosto de 2003 en Cogua. Se contaron el número de larvas en todos los instares, las pupas y los adultos. Las larvas observadas con algún tipo de patología se contaron y se procesaron como se describe más adelante. Una parte de los individuos colectados se sacrificó con Acetato de Etilo y se llevó al laboratorio para lavarlos y preservarlos en solución ‘Pampel’ que mantiene el color y las características de la cutícula para estudios taxonómicos. Los individuos restantes se llevaron vivos al laboratorio para establecer una colonia en suelo nativo y realizar los estudios de identificación de enemigos naturales y para obtener las exuvias larvales para la identificación de las especies. Las larvas vivas se individualizaron en vasos plásticos de 14 oz. con suelo nativo y se les proporcionó zanahoria o madera en descomposición como alimento. La colonia se revisó periódicamente para proporcionar alimento a las larvas, mantener la humedad del suelo y para observar algunos patrones morfológicos y hábitos alimenticios, además de describir las patologías de las larvas afectadas por entomopatógenos cuando estos se presentaron.

Fluctuación poblacional (muestreo) de adultos.

Se instalaron trampas de luz negra tipo “Piracicaba” (Anexo 1) en las dos localidades para realizar el muestreo de adultos. Las trampas fueron suspendidas a 2 m de altura y encendidas durante 12 horas (de 5:30 pm a 5:30 am). Los adultos fueron capturados en baldes sin solución

preservante en el C.A.M y en alcohol al 75% con formaldehído al 10% para Cogua. Las lecturas se realizaron cada semana desde diciembre del 2002 hasta julio de 2003 en el C.A.M y cada mes desde mayo del 2003 hasta julio de 2003 en Cogua.

Todas las muestras fueron llevadas al laboratorio de control biológico de la facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Los adultos colectados en trampas de luz se preservaron en alcohol, se secaron al ambiente, se contaron y se identificaron a nivel de especie usando las claves de Moron (2000)

Taxonomía de larvas.

Las larvas sacrificadas se lavaron con abundante agua antes de pasarlas a la solución preservante. Las pupas obtenidas de la colonia se cambiaron de lugar para obtener el adulto, las exuvias larval y pupal se preservaron en solución ‘Pampel’ para posteriormente realizar la identificación por comparación con los adultos emergidos. Una vez identificadas se realizó la comparación de las exuvias con las larvas preservadas para determinar los caracteres diagnóstico de cada especie, basándose en las características de la cabeza el labro epifaringe, el raster y la apertura anal (Peterson, 1960; Richter, 1966; Costa *et al*; Moron, 2000) .

Aislamiento e identificación de Enemigos Naturales.

Las larvas que presentaron algún síntoma de patogenicidad se procesaron según el tipo de entomopatógeno por el que estuvieran afectadas. Las larvas con patologías de ataque por bacterias se lavaron con agua destilada estéril, se tomó una muestra de hemolinfa de la larva cortando una pata o realizando una punción con un asa de punta estéril y se sembró en cajas de Petri esparciendo la hemolinfa sobre el medio de cultivo, que para este caso fue Agar Nutritivo (AN), se incubaron a 25° C, se espero a que crecieran, se purificaron y se almacenaron en viales de crió preservación en glicerol al 80%(Guarin,1997). Posteriormente los aislamientos almacenados se reactivaron en Agar L y en Caldo nutritivo BHI (Agar-Cerebro-Corazón) una vez

crecidos en el medio se realizaron frotis para realizar coloración de Gram y Verde de Malaquita, extendiendo en un portaobjetos la muestra obtenida y fijándola al calor. Estas coloraciones permitieron identificar las bacterias morfológicamente, por la composición bioquímica de la pared y por la identificación de estructuras internas como esporas y cristales (Peralta *et al* 2003). Las larvas infectadas por hongos se lavaron con agua destilada estéril e Hipoclorito de Sodio al 0.5 %, después se depositaron en cámaras húmedas para promover el crecimiento de micelio y la producción de esporas (CENICAFE, 2000). Con ayuda de una asa estéril se tomaron muestras de micelio y esporas y se sembraban por punción en el medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA). Los hongos purificados se sembraron sobre papel filtro y una vez crecidos se secaron en la incubadora, posteriormente se pasaron a sobres de papel mantequilla y se almacenaron en un recipiente plástico a -5° C (www.Unmsm.edu, 2003).

Las larvas que presentaron síntomas de ataque por nematodos se depositaron en cámaras de maduración, posteriormente se pasaron a cámaras White de donde se esperó que emergieran los infectivos juveniles. Posteriormente se usó la técnica del insecto trampa o Bedding (Stock, 1998), que consiste en infectar larvas de último instar de *Galleria mellonella* (L), (Lepidoptera: Pyralidae) en cajas de petri con papel filtro (Omina *et al* 1996).

Dado que ésta técnica permite extraer parásitos o patógenos que eventualmente compitan con los nematodos, fue necesario mantener óptimos los niveles de humedad y ante todo la vigilancia de la condición patológica de las larvas, separando de inmediato aquellas que presentaron sintomatología de ataque por nematodos, de las que mostraron contaminación por bacterias, hongos y demás organismos (Parada, 2001).

El incremento poblacional de las especies tomó los tres pasos básicos usados en cría *in vivo* (Stock, 1998) a saber: 1) montajes Bedding, usando como sustrato papel filtro o arena, 2) disposición de larvas muertas sobre papel filtro por un periodo promedio de 60 horas, a fin de

extraer el exceso de humedad y permitir desarrollo generacional de los nematodos y finalmente, 3) montaje de trampas Whitte modificadas (Kaya y Stock, 1997) que siendo simple es selectivo para nematodos entomoparásitos ya que permite el desplazamiento de las formas infectivas en soluciones tipo Ringer's para evitar el choque osmótico. (Parada, 2002).

Las cepas “purificadas” se almacenaron en cajas de Petri con arena estéril a temperatura ambiente y se reactivaron periódicamente sobre *G. mellonella*.

Para la identificación de los nematodos se seleccionaron adultos y juveniles de cada población y se fijaron en calor con solución TAF, (Trietanol-Amina-Formaldehído), y se montaron en laminas tipo Cobb. Se tomaron fotografías en microscopio de contraste de fase de los ejemplares, para identificarlos mediante criterios morfológicos como forma del esófago y de los labios, forma y ubicación de las la vagina y la vulva en las hembras, presencia o ausencia de la bursa copulatrix en los machos, el número y la posición de las espículas entre otras y con el uso de las claves taxonómicas de Nguyen (1999).

Cuando se presentaron otro tipo de microorganismos como protozoarios se realizó la reinfección directamente sobre chizas sanas extrayendo hemolinfa de la larva aparentemente infectada e inyectándola a larvas sanas a través de boca, ano y cutícula con agujas hipodérmicas (Norvon y Ascher, 2000).

Función de daño de *Clavipalpus pos. ursinus* en *Solanum phureja*

El experimento se generó por las observaciones hechas tanto en campo como en laboratorio de los hábitos alimenticios de las principales especies presentes en esta zona. En un cultivo de *Solanum phureja* se realizó una infestación artificial de larvas de *Clavipalpus pos. ursinus*, para determinar la tasa de consumo de esta especie en el cultivo. El experimento se realizó en el C.A.M, en un cultivo con distancia de siembra de 1 m entre surcos y 0,30 m entre plantas. Se seleccionaron al azar 18 sitios de un 1 m², equivalente a dos sitios de siembra. Cada uno de estos

sitios fue aislado enterrando tablas de madera a una profundidad de 30 cm. Se implementó un diseño completamente aleatorio (DCA) con cinco tratamientos, 0, 5, 10, 15 y 20 larvas por sitio y tres repeticiones cada uno. Posteriormente se infestó artificialmente con larvas de tercer instar provenientes de la colonia de laboratorio. La infestación artificial se realizó en época de plena floración de cultivo, 80 DDS (días después de la siembra), y la evaluación del daño se realizó al momento de la cosecha. Se evaluó el número de tubérculos con daño y el peso total de los tubérculos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Estimación de Tamaño de Muestra y Distribución Espacial

Cuadro 1 Muestreo inicial de Chizas en pasto 'Kikuyo' en el Centro Agropecuario Marengo.

Muestra	Larvas			Pupas	Adultos	Total
	I	II	III			
1	2	5	21		1	29
2	1	5	5	2		13
3	18	1	4			23
4		1	11			12
5						0
6						0
7	30	1				31
8			1			1
9						0
10	2					2
11	3	4	16	3		26
12		4	12			16
13	10	4	8			22
14			12			12
15						0
16						0
Total						187
Media						12.467
S						11.581
S ²						13.412

En las 16 muestras se colectaron en total 187 individuos, siendo los más abundantes las larvas de tercer instar y los menos abundantes las pupas y los adultos, con 5 y 1 individuos respectivamente (Cuadro 1).

Como la varianza fue mayor que la media ($13,412 > 12,467$), según Southwood (1978), Duque (2000) podemos decir que la población tiene una distribución agregada. Los índices de dispersión aplicados a esta muestra confirman el patrón de distribución de la población. Cuadro

2.

Cuadro 2. Índices de agregación de chizas colectadas en muestreos de 0,3 m³. en pasto “Kikuyo”

Índice	Formula	Valor	Agregación
Relación Varianza-Media	$I = \frac{S^2}{M}$	$I = 10,76$	Si $I > 1$ =agregada.
Media de agregación de Lloid m^*:	$m^* = M + \left(\frac{S^2}{M} - 1\right) \times \left(1 + \frac{S^2}{nM}\right)$	$m^* = 29,25$	Si $m^* > M$ =agregada
Índice de Lloid (parcheado) L:	$L = \frac{m^*}{M}$	$L = 2,35$	Si $L > 1$ = agregada
Indice K	$K = \frac{M^2}{S^2 - M}$	$K = 1,27$	Si $K < 2$ = agregada

Con base en estos índices (I, m^*, L) se sugiere que la población se distribuye de manera agregada y puede ser representada por la distribución Binomial negativa, la cual se describe por dos parámetros (K y M).

El tamaño de muestra se calculó con la fórmula (Southwood 1978):

$$n = \left(\frac{S}{EX}\right)^2 = \left(\frac{11.581}{0.3 * 12.46}\right)^2 = 9.5887$$

Donde:

S = desviación estándar

X = Media

E = error estándar predeterminado

Debido a que $n = 10$ es un valor razonable y para trabajo de campo es viable trabajar con un error del 30% en este caso no se hace necesario calcular el tamaño de muestra utilizando el parámetro K .

Se logró determinar que las poblaciones de chizas en cultivos de pasto “Kikuyo” en Cundinamarca tienen una distribución altamente agregada, con un índice de agregación ($K = 1,3$). El tamaño de muestra mínimo para estimar poblaciones de chiza en campo es de 10 muestras de $0,3 \text{ m}^3$, lo cual coincide con lo reportado por Pardo (2002) para el departamento del Cauca, sin embargo para el caso de Cundinamarca debido al alto grado de agregación presentado por las chizas fue necesario modificar la profundidad a la que se realizaron los muestreos, para poder tener un estimativo de las poblaciones ya que a pesar de que estos datos no fueron usados para determinar el tamaño de muestra se registran cuadrantes hasta con 167 chizas por $0,3 \text{ m}^3$ y debido a la alta densidad de individuos por unidad de área la distribución vertical de los mismos es más amplia, sumado a esto factores como humedad, temperatura y disponibilidad de sustrato para alimentarse puede influenciar un mayor desplazamiento de las chizas a través del perfil del suelo.

Fluctuación poblacional de chizas.

En el C.A.M los muestreos se realizaron del 23 de septiembre de 2002 al 30 de mayo de 2003, que equivalen al día 269 del año 2002 al 150 del año 2003 (Figura 1.). Se colectaron un total de 1.038 larvas de 2 géneros de la subfamilia Dynastinae, (*Ancognatha* sp y *Heterogomphus dilaticollis*) y 1 género de la subfamilia Melolonthinae, (*Clavipalpus pos ursinus*). En los primeros 4 muestreos del mes de Septiembre al mes de enero se observó una población que osciló entre $5 \pm 0,75$ larvas / $0,3 \text{ m}^3$ y $0,8 \pm 0,19$ larvas por $0,3 \text{ m}^3$. En el mes de febrero (fecha juliana = 58), la población aumentó y se mantuvo entre $21,6 \pm 4,6$ larvas / $0,3 \text{ m}^3$ y $20 \pm 2,4$ larvas / $0,3 \text{ m}^3$ hasta el mes de Mayo (fecha juliana = 150). Es necesario realizar muestreos hasta completar 12 meses y en lo posible durante varios años, para poder determinar el comportamiento de las poblaciones de chizas a través del año y las variaciones que se presenten entre años.

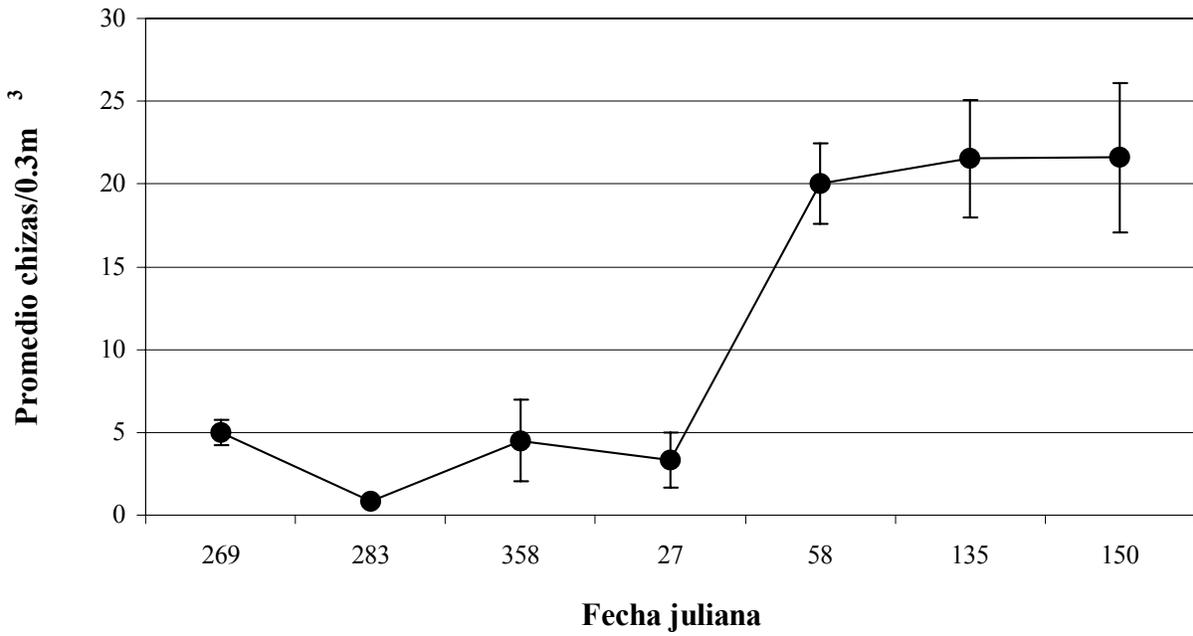


Figura 1. Promedio de chizas capturadas por 0,3 m³ en el C.A.M de Septiembre de 2002 a Mayo de 2003.

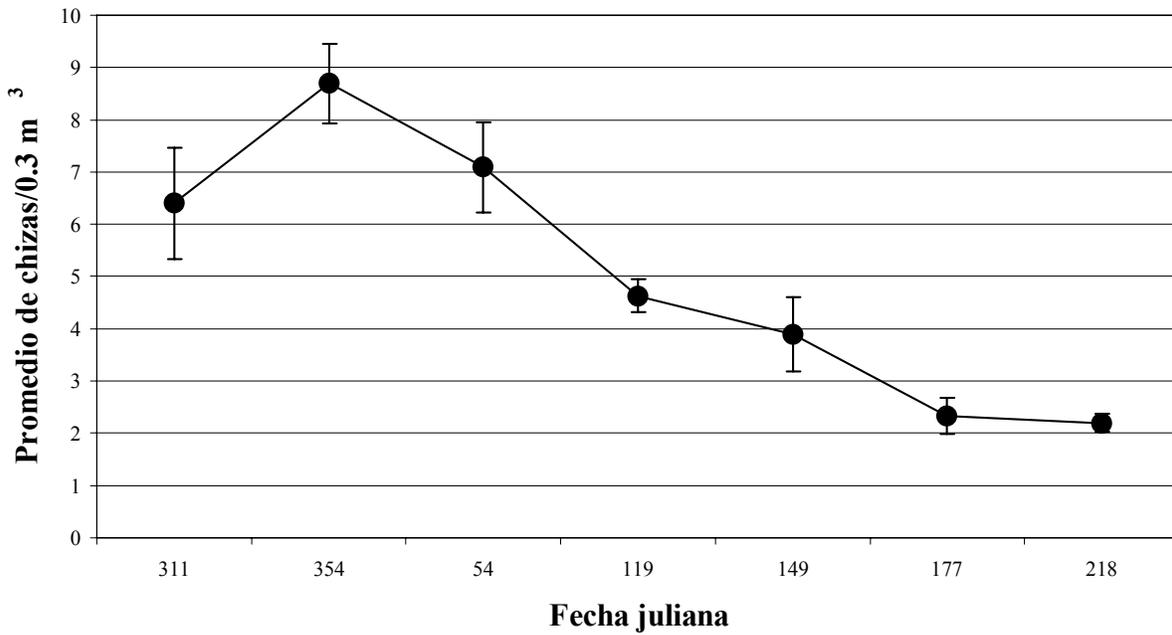


Figura 2. Promedio de chizas capturadas por 0,3 m³ en Cogua de Noviembre de 2002 a Agosto de 2003.

La variación presentada en campo es bastante amplia ya aunque el máximo promedio de chizas por cuadrante fue alrededor de 21,6 larvas /0,3 m³ se obtuvieron colectas de hasta 168 individuos en 1 cuadrante. Durante los muestreos se observó una fuerte tendencia de las larvas a ubicarse en los bordes de los lotes, bordes de camino y zonas de no pastoreo en general, esto debido probablemente a que en estas zonas el suelo es menos compacto y por la presencia de árboles la retención de agua podría ser mayor (Salisbury y Ross, 1992). Se colectaron larvas de *Ancognatha* sp. y *H. dilaticollis* asociadas a troncos en descomposición y materia orgánica, lo que sería indicativo de su hábito alimenticio saproxilófago y su poca preferencia por tejido vegetal vivo. (Rodríguez, 1996; Ruiz y Pumalpa, 1990) Sin embargo, esto no se pudo determinar en este cultivo dada la aparente tolerancia del mismo al ataque de las larvas de otras especies de hábito posiblemente rizófago presentes en la zona como *C. pos ursinus*.

En Cogua los muestreos se realizaron del 7 de noviembre de 2002 al 6 de agosto de 2003, equivalentes a las fechas julianas 311 del año 2002 y 218 del año 2003. Se colectaron en total 350 larvas de 1 género y una especie de la subfamilia Dynastinae, (*Ancognatha* sp. y *H. dilaticollis*). En el mes de junio (fecha juliana = 177) se colectaron en un lote de descanso asociadas a madera en descomposición aproximadamente 15 chizas pertenecientes a esta subfamilia pero que aun se encuentran sin determinar. Sin embargo se cree que pertenecen al género *Heterogomphus* (L. C. Pardo, comunicación personal). Se colectaron ejemplares de 1 especie de la subfamilia Melolonthinae, (*C. pos ursinus*). Se presentó un pico máximo de individuos en el mes de diciembre del año 2002 (fecha juliana = 354) $8,7 \pm 0,76$ larvas /0,3 m³ y a partir de este punto el número promedio de individuos capturados por cuadrante disminuyó hasta llegar a un mínimo de $2,2 \pm 0,17$ larvas /0,3 m³ en el mes de julio del 2003 (fecha juliana = 218). La disminución en la población de chizas coincidió con la época de menor área sembrada

en papa en Cogua. Las mayores poblaciones de chizas se presentaron en las épocas de máxima cosecha en la localidad (diciembre). El número promedio de larvas /0,3 m³ obtenidos en Cogua fue menor con respecto al número promedio de larvas /0,3 m³ obtenido en el C.A.M (8.7 larvas promedio/0,3 m³ y 21,6 larvas promedio/0,3 m³ respectivamente), lo que nos podría indicar mayor abundancia de chizas por 0,3 m³ en potreros para ganado que en cultivos de papa.

En el mes de junio (fecha juliana = 177) se colectaron en un lote de descanso asociadas a madera en descomposición larvas de *C. pos ursinus*. Esto podría especularse que corresponde a un hábito facultativo de la especie como forma de supervivencia en las épocas de menor presencia de plantas hospederas.

En esta localidad se presentó un menor número de individuos, pero un mayor número de especies con respecto al C.A.M. Todos los géneros y especies colectados en el C.A.M fueron también colectados en Cogua. Del muestreo realizado en Subachoque se obtuvieron larvas de *Ceraspis* sp. y pupas posiblemente de *Manopus* sp. Sin embargo, no ha sido posible determinar las pupas. Esto muestra la presencia de un mayor número de especies en zonas altitudinalmente iguales al C.A.M pero mucho más alejadas de asentamientos humanos.

En total en las tres localidades se obtuvieron larvas de 6 géneros de los cuales dos están aun sin determinar. Las especies de mayor abundancia fueron *Ancognatha* sp., *C. pos ursinus* y *H. dilaticollis*.

Fluctuación poblacional de adultos

En el C.A.M se colectaron en total 7.008 ejemplares adultos de tres especies de la subfamilia Dynastinae, (*A. scarabaeoides* , *A. ustulata* , *H. dilaticollis*) y una especie de la subfamilia Melolonthinae (*Manopus biguttatus*) (Figura 3.). El 98% de los individuos perteneció a la especie *A. scarabaeoides* y el 2% restante a las otras tres especies. *A. ustulata* fue la especie de menor captura con sólo 6 individuos durante todo el periodo.

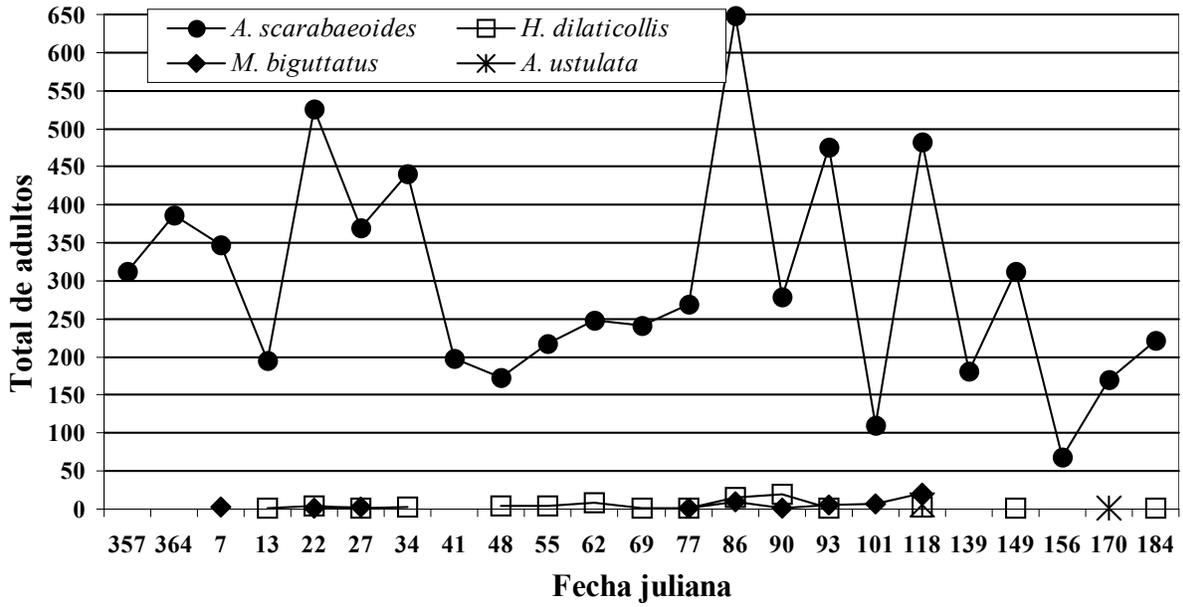


Figura 3. capturas de adultos de chizas en trampa de luz en el C.A.M de 23 de Diciembre de 2002 a 4 de Julio de 2003

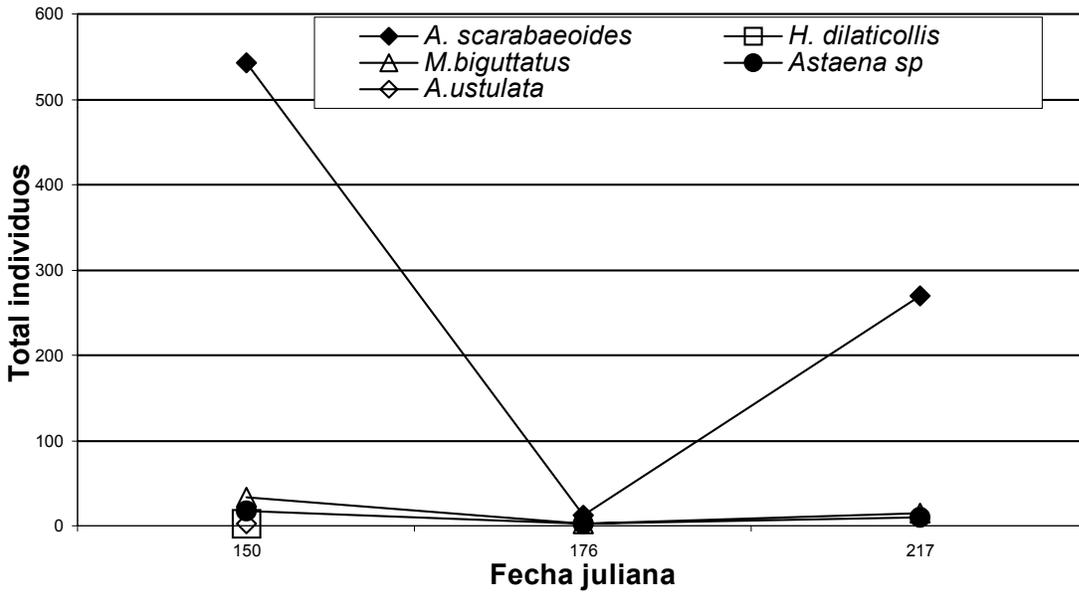


Figura 4. capturas de adultos de chizas en trampa de luz en Cogua de 30 de Mayo a 7 de Agosto de 2003

Se presentaron dos épocas de máximas captura, en los meses de enero y marzo correspondientes a las fechas julianas entre el día 22 y el día 34 para el primer pico y entre el día 86 y el día 118 para el segundo pico. Las capturas mínimas se presentaron entre los meses de febrero y marzo y a partir de mayo, correspondientes a las fechas julianas entre el día 41 y el día 77 y a partir del día 139. Sin embargo los datos de los meses de junio y julio pueden presentar errores de captura debido a problemas en el funcionamiento de la trampa. Un problema similar se presentó en las capturas de las semanas del 13 de enero y del 11 de abril correspondientes a las fechas julianas 13 y 101.

Para la localidad de Cogua sólo se cuenta con tres lecturas de la trampa de luz (Figura 4.), y de igual manera en la lectura del mes de junio se presentaron problemas técnicos con el funcionamiento de la trampa, lo cual no permitió observar una tendencia de las poblaciones de adultos en esta región. Se colectaron 910 individuos de cinco especies de tres géneros de la subfamilia Dynastinae, (*A. scarabaeoides*, *A. ustulata*, *H. dilaticollis* y *Astaena pos tarsalis*). Se colectó un individuo macho posiblemente de la especie *A. vulgaris* y una especie de la subfamilia Melolonthinae (*Manopus biguttatus*,). El 90% correspondió a la especie *A. scarabaeoides*, el 5.7% a *M. biguttatus*, el 3.2% a *Astaena pos tarsalis*. Para esta localidad las especies de menor frecuencia fueron *A. ustulata*, y *H. dilaticollis*, con 4 individuos cada una.

En total en las dos localidades se obtuvieron cinco especies de tres géneros de la subfamilia Dynastinae, (*A. scarabaeoides*, *A. ustulata*, *H. dilaticollis*, *Astaena pos tarsalis*) y se capturó un macho posiblemente perteneciente a la especie *A. vulgaris*. Se capturaron individuos de una especie de la subfamilia Melolonthinae (*M. biguttatus*,). En las dos localidades se observó abundancia de la especie *A. scarabaeoides*, que en ambos casos representa cerca del 90% del total de las capturas durante todo el periodo.

También se realizaron capturas manuales de muy pocos individuos de *Lasiocala aff. rosalesi* Martínez. en Cogua, *Astaena* Sp en Tabio y *C. pos ursinus* en todas las localidades. En la localidad de Cogua aunque el tiempo de muestreo fue muy limitado al igual que lo sucedido con las larvas se capturaron más especies que en el C.A.M debido posiblemente a su aislamiento geográfico de la población mas cercana y a que en la región aparte de cultivos de papa solo se encuentran regiones boscosas y montañosas, que a pesar de ser muy intervenidos le dan mayor estabilidad al ecosistema, mientras que el C.A.M se encuentra muy cercano a las poblaciones de Mosquera, Facatativa y Bogotá. La finca está rodeada por cultivos extensivos de hortalizas, flores bajo invernadero, centros de investigación y enseñanza, además el centro está ubicado muy cerca de la vía principal que comunica a Bogotá con el nor occidente del país, factores podrían influir en la diversidad de insectos de la región.

Larvas vs. adultos.

En el C.A.M se observó una relación inversa entre el número adultos y de larvas capturados, ya que el pico de captura de adultos en el mes de abril, coincidió con el inicio de la disminución de la población de larvas capturadas en campo.

Para Cogua no fue posible observar una tendencia que permitiera relacionar la población de larvas con la de adultos; sin embargo, la curva que representa las larvas tiene una tendencia lineal, ya que las captura se mantienen entre 8,7 y 2,2 larvas promedio/0,3m³.

En ninguna de las dos localidades se registró la especie *C. pos ursinus* a pesar de que en algunos meses se realizaron capturas manuales del mismo y durante todos los muestreos en las dos localidades se colectaron larvas de esta especie, lo que confirma que estos adultos no son atraídos a este tipo de trampas de luz.

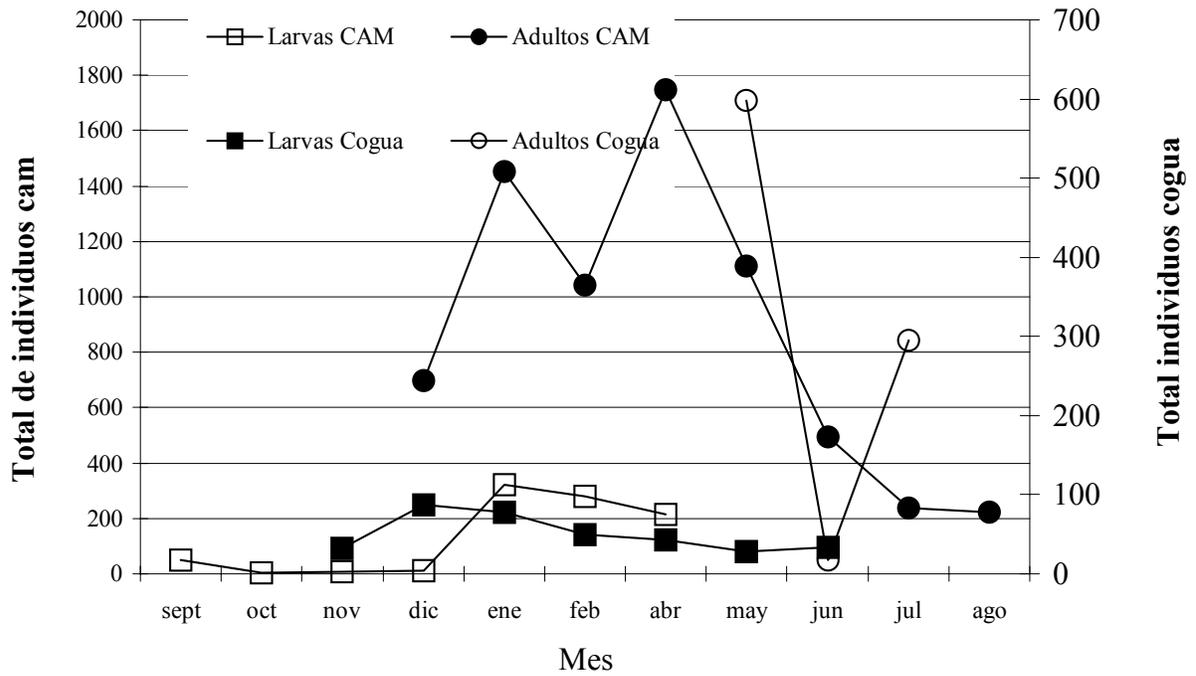


Figura 5. Relación entre la captura de larvas y de adultos en las dos localidades.

En las trampas de luz en las dos localidades se registró la especie *M. biguttatus* de la cual no se logró obtener larvas en ninguno de los muestreos. En Cogua se realizaron capturas en trampa y manuales de adultos de *Astaena* sp. y *L. rosalesi* de las cuales no se registran las larvas.

Es importante resaltar la simplicidad del complejo chiza de Cundinamarca comparado con los reportes hechos para el departamento del Cauca donde se registran 45 especies diferentes a nivel de adultos y 33 especies a nivel de larvas (Pardo, 2002) o para la zona del oriente de Antioquia donde las condiciones agro ecológicas en algunos casos son similares y se registran hasta 54 especies (Vallejo, 1997).

Es recomendable realizar muestreos de suelo mas exhaustivos en las dos localidades con el fin de poder localizar las larvas y las pupas de las especies que se capturan en trampa de luz como adultos pero no en muestreos de suelo como larvas. Se debería asegurar el cumplimiento de un ciclo completo de monitoreo con la trampa de luz en las dos localidades para poder realizar la comparación entre larvas y adultos y tener mayor certeza de las especies que se presentan en estas zonas. Así mismo se recomienda realizar muestreos tanto de larvas como de adultos en otras localidades que presenten una mayor diversidad como el caso de Subachoque, al igual que en áreas no intervenidas como bosque nativos.

Establecimiento de la colonia.

Con las larvas que se llevaron vivas al laboratorio se estableció la cría. De las revisiones periódicas se obtuvieron datos sobre la biología y el comportamiento de las larvas. Se logró culminar exitosamente el ciclo hasta el estado adulto para las especies *A. scarabaeoides*, *A. ustulata* y *H. dilaticollis*, únicamente suministrándoles materia orgánica en descomposición, lo cual coincide con las observaciones hechas en campo y con lo registrado por Ruiz y Posada (1985) para la especie *A. scarabaeoides* en esta zona. Al suministrar zanahoria entera a estas tres especies siempre fueron encontradas alimentándose en los puntos donde se iniciaba la

descomposición del material, a diferencia de la especie *C. pos ursinus*, la cual se alimentó de las partes sanas y más turgentes de la zanahoria, y se desplazó hacia la superficie del vaso a medida que se descompuso el material.

A nivel de laboratorio sólo se lograron obtener dos adultos de *A. ustulata* con sus respectivas exuvias y no se logró obtener ninguna pupa de la especie *C. Pos ursins*. El registro en campo de estas especies en estado de pupa fue muy bajo (alrededor de 4 en total de *C. Pos ursinus* y ninguna de *A. ustulata*), a pesar de que en algunas épocas del año se recolectaron estas especies tanto en trampa de luz como en colectas manuales. A pesar de que las exuvias obtenidas de las dos especies fueron suficientes para realizar la identificación y descripción de las larvas es necesario realizar muestreos encaminados a determinar la ubicación de las pupas en los lotes y mantener las crías por mayor tiempo para identificar los factores que afectan la metamorfosis de estas dos especies y así completar exitosamente su ciclo de vida en laboratorio ya que es posible que la especie *C. pos ursinus* necesite consumir tanto materia verde como materia orgánica en descomposición para completar su ciclo de vida, este comportamiento se registro en la localidad de Cogua al encontrar larvas asociadas a troncos en descomposición. Por el contrario las especies *A. scarabaeoides* y *H. dilaticollis* completan su ciclo de vida en laboratorio de manera satisfactoria si se mantiene constante el nivel de humedad alrededor del 13% y la disponibilidad de materia orgánica. Estas observaciones son indicativo importante del estatus de plaga de las especies registradas para la zona de Cundinamarca, sin embargo es importante realizar experimentos de hábito de consumo y función del daño para todas las especies que se puedan considerar plaga.

Taxonomía de larvas

Del material obtenido tanto de campo como de laboratorio se logró realizar la descripción de las larvas de *Ancognatha* sp., *C. pos ursinus* y *H. dilaticollis*. A pesar de que se conservan las

exuvias pupales de los especímenes solo se presenta la descripción de las larvas para que puedan ser usadas en posteriores trabajos como un indicativo de las poblaciones de cada especie presentes en campo. Debido al poco número de larvas de *Ceraspis* sp. no se presenta la descripción de los caracteres diagnóstico, a pesar de que se logró realizar la identificación por comparación con larvas de la colección personal del especialista Luis Carlos Pardo.

***Ancognatha* sp.**

En este género se encontró dos especies *A. scarabaeoides* y *A. ustulata*; sin embargo, aun no es posible separarlas a nivel de larva por lo tanto se presenta una descripción del género.

Cabeza semicircular, color marrón, superficie rugosa, rugosidad mas densa en la mitad inferior de la frente y mas leve hacia la parte superior del cráneo. Frente sin setas. Clipeo puntuado y rugoso en la mitad superior, con dos setas laterales. Labrum asimétrico con 10 setas largas perimetrales inferiores, con solo dos setas centrales. Epifaringe de color blanco o muy claro. Haptomerum dentado con dos cúspides en posición oblicua al plano longitudinal. Raster con patrón de setas dispersas mixtas gruesas en forma de bastón en la parte central cerca de la apertura anal y largas y finas en los bordes laterales, abertura anal transversa.

***H. dilaticolis*.**

Cabeza ancha, color pardo oscuro, fuertemente puntuada y rugosa, puntuación frontal alargada o triangular, mas esparcida y pequeña al perímetro. Dos setas laterales en la parte inferior de la frente, dos setas largas a los lados del clipeo y otras dos setas mas centrales en la parte media. Labro asimétrico con al menos 10 setas. Raster con patrón de setas dispuestas en forma de lira. Setas cortas, gruesas en forma de bastón hacia el centro y setas largas y lisas hacia la apertura anal y los bordes

Clavipalpus pos *ursinus*.

Cabeza. La base de la mandíbula y el ápice melanizadas en forma de carinas. De forma ovalada y de color amarillo, anchura de la base antenal similar a la de las mandíbulas, color amarillo con la quilla mandibular y mitad apical de las mandíbulas melanizada. Craneum con 2 hileras de 4 setas largas paralelas a la sutura epicraneal, otras dos hileras de setas en la parte inferior del cráneo, cerca de la inserción de las antenas. Región basal y lateral de la frente muy setosa, dos hileras de setas y punturas de mas o menos diez setas paralelas a la sutura fronto-clipeal. Tres a cuatro setas frontolaterales. Parte superior de la frente sin setas. Postclipeus con 4 setas en hilera frente a la sutura del preclipeus y otras dos setas largas a los extremos del postclipeus. Labro multiquillado, con 10 a 12 setas en la quilla anterior y 2 en las quillas posteriores.

Antenas penta segmentadas. Ultimo artejo antenal con foseta dorsal alargada (desde la mitad aproximada del segundo) ápice agudo. En la epifarige, el haptomerum presenta una hilera de 7 helis, 5 centrales y dos mas anchos. Pedium claro, oblongo oval, plegmatia con 16 a 18 plegmatium, 7 iniciales mas anchos que los otros. Corypha. Sobre el aptomerun un conjunto de setas espiniformes (mas o menos 40), corypha coronada con 6 setas, epizigium ausente.

Acroparia con tres setas dirigidas hacia la parte externa. Acantoparia con 6 a 7 setas. Chaetoparia con 30 a 36 setas . Dextortorma larga, con la mitad externa el doble de gruesa que la mitad anterior, la cual es próxima a la placa esclerosada. Crepis dentiforme con dos placas esclerosadas dentiformes al lado. Una phoba cerca de la laeotorma. Laeophoba presente alargada y limitando la parte anterior del pedium. Laeotorma larga unida a la pterotorma. Dextiophoba ausente.

Raster con palidia con séptupla definida de forma angular estrecha cerca al área preseptular la cual carece de setas. Palis inicialmente sencillos, cortos hasta aproximadamente el numero 14 o 16 a partir de allí se observan palis largos puntuados y dobles o triples. Al final la palidia se

ensancha bordeando la apertura anal con 4 a 5 palis sencillos. Labios anales con pubescencias similares. Apertura anal en forma de “Y” con la base muy corta.

***Heterogomphus* sp 1.**

Larva en cría posiblemente del género *Heterogomphus*.

Cabeza fuertemente puntuada y rugosa, ovalada mas ancha en el área de la inserción antenal y mas angosta en la mandíbula. Apertura máxima de las mandíbulas menor que el ancho máximo de la cabeza. Color café claro en la base y oscuro hacia el clipeo y las mandíbulas. Mas o menos 7 setas hacia la base de la inserción antenal 4 mas largas y frontales. Dos hileras de tres setas cerca de la sutura frontal. Clipeo con 1 hilera de 6 setas lisas en el postclipeo, dos setas mas laterales y claras en el ápice. Labro: fuertemente punteado y con cavidades, con 12 setas lisas ubicadas perimetralmente. Fobea (surco) transversal anteapical. Mandíbulas con doble carina y setas a lo largo de la parte dorsal. Borde mandibular externo rugoso y con puntuaciones setosas. Epifaringe con haptomerum dentado transverso, pedium. claro y semiexagonal, corypha. sobre el haptomerum con 6 a 7 setas. Epizigium presente; acantoparia. 10 a 12 setas espiniformes curvadas. acroparia: 3 a 4 setas, plegmatia ausente. chaetoparia. con setas aisladas espiniformes cortas y largas. dextrotorma larga, placa esclerizada ausente. pterotorma. engrosada al borde y ahusada hacia el ápice. placa esclerizada dentiforme en el área del crepis phobas: ausentes. Anchura cefálica ± 7 mm. Raster con patrón de disposición de setas en forma de W, con setas mixtas, largas rectas hacia la apertura anal y hacia los bordes y setas mas cortas y rectas hacia el centro. Apertura anal recta.

Aislamiento e identificación de Enemigos Naturales.

Se encontraron aproximadamente 100 larvas enfermas que expresaron algún tipo de patología y que fueron llevadas al laboratorio para realizar el aislamiento del agente causal de mortalidad.

De estas el 22% correspondió a la localidad de Cogua, el 32 % al C.A.M y el 46% a Subachoque (Figura 6).

La alta mortalidad encontrada en la localidad de Subachoque pudo estar relacionada con el gran numero de larvas obtenidas en el muestreo y con que a pesar de tratarse de un cultivo comercial de papa la siembra se realizo en un lote que venia de un periodo de descanso de alrededor de dos años.

En el C.A.M por tratarse de muestreos realizados en pasto que como se dijo anteriormente es un ecosistema que ofrece condiciones mas estables que favorecen tanto el establecimiento de las chizas como la proliferación de enemigos naturales nativos, se logro obtener también un alto porcentaje de insectos enfermos, mientras que en Cogua por tratarse de una zona de cultivo intensivo y probablemente por la alta tasa de uso de agroquímicos que se requiere en cultivos de semilla de papa certificada se obtuvo el porcentaje de mortalidad mas bajo de las tres localidades. De las patologías observadas en las larvas enfermas se logro determinar que el 43% de las larvas estaban afectadas por hongos, el 40% por bacterias, el 16% por nematodos y el 1% por protozoarios (Figura 7.).

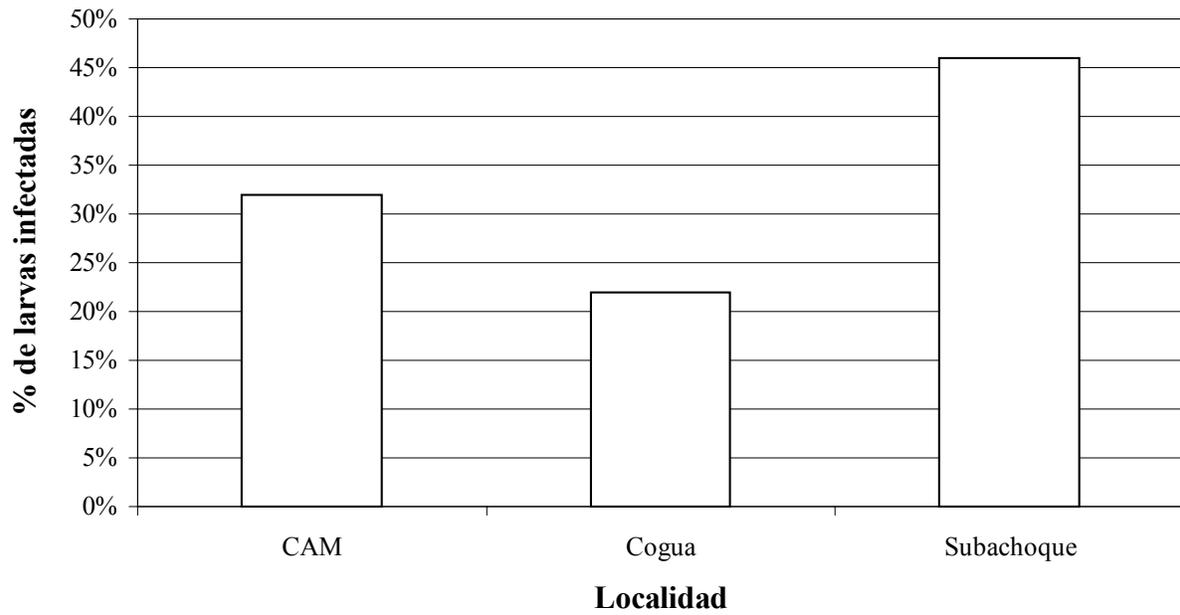


Figura 6. Porcentaje de mortalidad por localidades.

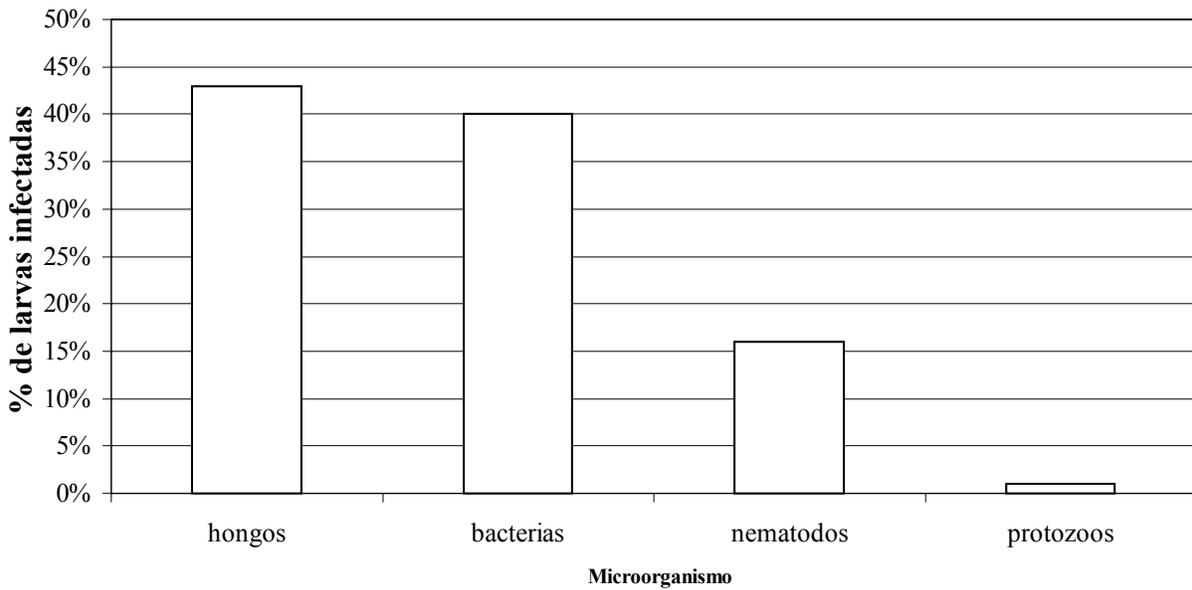


Figura 7 Porcentaje de mortalidad por microorganismo.

Los dos tipos de enemigos naturales mas frecuentemente hallados fueron hongos y bacterias seguidos en una mínima proporción por nematodos. Solo se presenta un reporte de una larva afectada posiblemente por un protozooario.

De estas larvas el 60% fueron del genero *Ancognatha*, el 33 % de *C. Pos ursinus* y el 6 % de *H. dilaticollis*. Figura 8.

A pesar de que el parasitismo natural más alto se presento en el género *Ancognatha*, que como se dijo anteriormente se encuentra en mayor proporción asociada a materia orgánica en descomposición , el porcentaje de mortalidad para la especie *C. pos ursinus*, es muy significativo en comparación con las otras especies y esto podría explicar en cierta medida que para esta región los reportes de ataques fuertes de chiza en estos cultivos no son muy comunes.

Se ha logrado obtener hasta el momento 35 aislamientos de hongos que se encuentran almacenadas y entre los cuales se registran, *Metarhizium anisopliae* (4 aislamientos), *Fusarium* sp (3 aislamientos) *Beauveria bassiana* (2 aislamientos), *Phaecilomices* sp (2 aislamientos), *Verticillium* sp(2 aislamientos), *Aschersonia* sp (1 aislamientos). Las chizas atacadas por hongos se presentaban de consistencia dura, inmóviles y de coloraciones atípicas como rozado en el caso de las cepas de *Fusarium* sp y verde en los aislamientos de *Metarhizium anisopliae*. En la mayoría de los casos las larva presentaron sitios melanizados en la cutícula, que pueden corresponder a los puntos de entrada del hongo al insecto (Fuxa y Tanada, 1987; Lacey, 1994).

En laboratorio las larvas infectadas por hongos generalmente se ubicaron en la superficie del vaso de cría antes de morir y empezar a esporular (ANEXO 2 Patologías de ataques por hongos). Se realizaron 29 aislamientos de bacterias. Se identificaron 15 aislamientos de *Bacillus popilliae*. 3 de *B. sphaericus*, 2 de *Clostridium* sp, 1 de *B. larvae* y 1 de *B. cereus*.

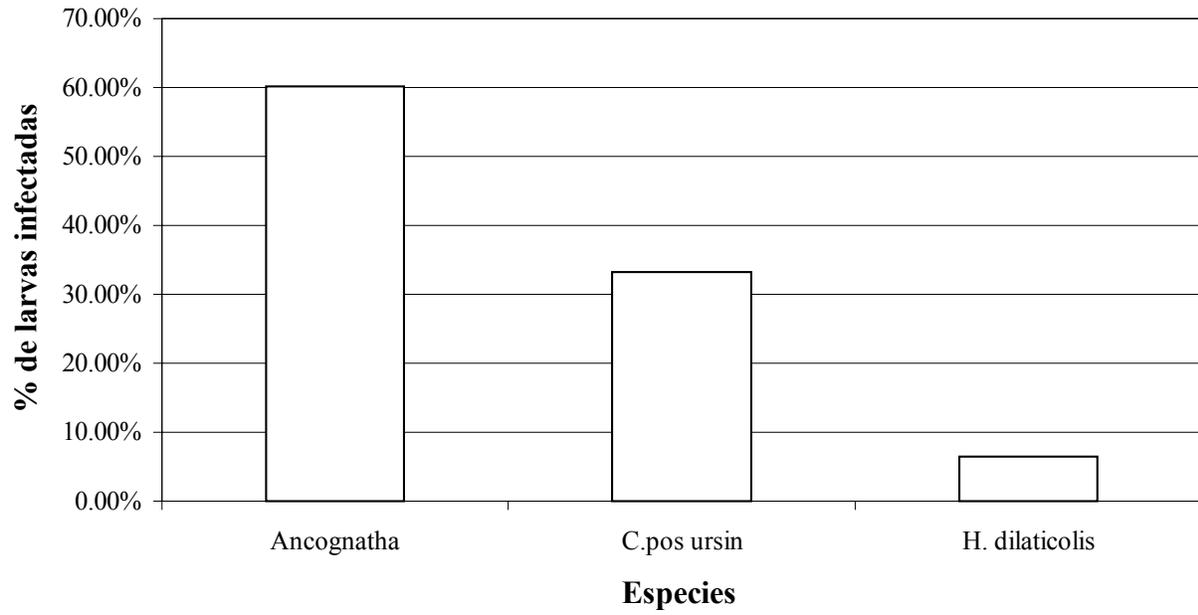


Figura 8. porcentaje de mortalidad por especies.

De 10 de los aislamientos restantes no se logró recuperar ningún microorganismo. De algunos de los aislamientos se recuperó mas de un microorganismo. Las especies de bacterias identificadas coinciden con las reportadas por Peralta et al (2003) en cultivos de pasto y papa en el oriente antioqueño, como factores de mortalidad de chizas, por Rodríguez (1996), en Cundinamarca por Londoño (1994, 1997, 1999). Las chizas afectadas por bacterias se presentaron blandas y de coloración, blanca, café, negro oscuro y en algunos casos crema. La mayor parte presentaron olor fuerte correspondiente posiblemente a la fermentación causada por la bacteria, sin embargo algunas larvas principalmente las de coloración blanca no tenían olor fuerte. (ANEXO 3 patologías de ataque por bacterias)

De 16 larvas que se obtuvieron infectadas por nematodos , se lograron reproducir 4 cepas sobre *G. mellonella*, las cuales están en proceso de identificación y purificación ya que algunas de ellas se encuentran asociadas a otro tipo de microorganismos posiblemente saprofitos, como ácaros, bacterias y otros nematodos. Las chizas atacadas por nematodos se presentaron generalmente transparentes y con leves coloraciones rojas y cremas. Los nematodos se podían observar agrupados hacia los espiráculos y hacia las patas. Se presentó un aislamiento en el cual la larva estaba de color crema oscuro y no era posible observar los nematodos. En la mayoría de los casos al ser depositadas las larvas en cámaras de maduración los nematodos no podían romper la cutícula y la larva tomo coloración negra, posiblemente por la proliferación de otros microorganismos saprofitos, en estos casos fue muy difícil recuperar los infectivos juveniles. Se logro observar que la ruta principal que usan los nematodos para salir de la chiza muerta es la boca. De una larva que se colectó infectada pero aun viva se realizaron montajes directos del meconio y se observo al microscopio, pero no se encontraron nematodos. Esto podría ser un indicativo de que la ruta de penetración del nematodo no es vía oral ni anal si no probablemente lo realiza a través de los espiráculos o la cutícula. (ANEXO 4 patología de ataque por nematodos)

Se logro determinar que dos de estas poblaciones pertenecen al genero *Mesorhabditis* sp y al genero *Steinernema* sp. respectivamente. El nematodo perteneciente al genero *Mesorhabditis* sp presenta la apertura bucal con 6 labios no fusionados estoma tipico rhabditoide, largo con paredes paralelas fuertemente cuticularizadas y con aparato glotoideo en su base. El esófago es caracteristico rhabditoide, compuesto por procorpus, bulbo medio un metacorpus y un bulbo basal. Las hembras tienen cola filiforme, vulva media y plana y vagina recta. Presentan un solo ovario opistodelfico (dirigido hacia la cola) y son matricidas, esto quiere decir que cuando las condiciones del sustrato no son favorables permiten que los juveniles emerjan en su interior y se alimente de su contenido interno. Los machos tienen dos espiculas fisionadas a un tercio de su longitud, presentan bursa copulatrix, con dos rayos precloacales, tres medios y tres apicales y presentan un gubernáculum. El nematodo del genero *Steinernema* sp tiene seis labios fusionados en la apertura bucal, estoma corto fuertemente cuticularizado sin dientes ni aparato glotoideo. Esófago rhabditoide compuesto por procorpus, bulbo medio, metacorpus y bulbo basal. La cloaca es muy abultada y evidente. Las hembras tienen vulva media y abultada, la vagina es recta y corta. Tienen dos ovarios didelficos (dirigidos uno hacia la cola y otro hacia la cabeza). Los machos tienen una espicula, con un gubernáculum largo y sin bursa copulatrix. Presentan un testículo simple reflexo. (ANEXO 5 Identificación de nematodos.)

Una larva de *Ancognatha* sp proveniente de la localidad de Cogua, que presentaba cuerpos blancos esféricos en el interior dispersos en la hemolinfa, se cree que podría estar afectada por un protozooario del grupo de los Microsporidia. A pesar de que esta patología podría coincidir con la presentada por larvas atacadas por *B. popilliae*, este microorganismo seria posible descartarlo por que la larva logro pasar a estado de pupa y los cuerpos esféricos nunca cubrieron completamente en cuerpo del insecto, además al realizar montajes directos de la hemolinfa de la larva se lograron observar cuerpos en forma de bastón y en forma de cristales alargados lo que coincide con la

morfología presentada por protozoarios del Phylum Microsporidia. (Poinar, 1984; Lacey, 1997.).

Al realizar infecciones de larvas sanas con hemolinfa de la larva infectada no fue posible reproducir los síntomas ni provocar la muerte de las mismas.

Es importante resaltar que se presentaron algunas larvas de las cuales se aisló más de un microorganismo, como es el caso de la combinación presentada entre *M. anisopliae*. Y *Phaecilomices* sp. En el C.A.M se presentaron recurrentemente larvas de *Ancognatha* sp y *H. dilaticollis* afectadas por un hongo de micelio blanco y esporulación verde oliva, el cual no se ha podido identificar aun, pero se cree que podría pertenecer al género *Naoumorea* Los aislamientos de *Fusarium* solo se presentaron en la localidad de Subachoque, asociados a la especie *C. pos ursinus*. Una de las larvas afectadas por *Fusarium*, presentó exudados bacteriales en la boca, esta bacteria se aisló y se identificó como *B. popilliae*. De dos de las cepas de bacterias se aisló *B. sphaericus* y *Clostridium* sp y de una se aisló *B. popilliae* y *B. sphaericus*. Esto podría ser un indicativo de la forma de acción de algunos de estos microorganismos y de las relaciones simbióticas que se pueden estar presentando en campo, ya que es posible que algunos de estos microorganismos no estén actuando solos si no que necesiten de otros organismos para causar la muerte a las larvas.

Es de gran importancia realizar trabajos de identificación y de confirmación las identificaciones de los posibles enemigos naturales aislados, para realizar los bio ensayos básicos de patogenicidad no solo sobre chizas si no sobre otras plagas subterráneas con el fin de aprovechar el potencial que pueden tener los entomopatógenos aislados de chiza.

Función de daño de *C. pos ursinus* en *S. phureja*.

Al realizar la evaluación del daño únicamente se encontraron tres tubérculos con daño por chiza, sin embargo es posible observar una tendencia de incremento inicial del rendimiento, se presenta una tendencia inicial a aumentar el rendimiento a medida que se aumentan el número de chizas por cuadrante. A partir del tratamiento cuatro que fue en el que se obtuvo mayor rendimiento este empieza a descender generándose una curva de tipo exponencial con aumento inicial del rendimiento y cuando llega al punto máximo empieza a decrecer.(Figura. 9). La ausencia de daño podría ser explicada por factores como el estrés ocasionado a las larvas en el transporte y la manipulación del laboratorio al campo. Por otro lado por tratarse de larvas de tercer instar es probable que hayan disminuido su tasa de alimentación para iniciar la metamorfosis y pasar a estado de pupa. El daño físico que se pudo haber causado a las larvas pudo presentarse como un factor importante de mortalidad, ya que al generar heridas y aperturas en la cutícula se facilita la entrada de organismos entomopatógenos. También es posible que las larvas se hayan desplazado bien sea por la parte superior o enterrándose y se hayan salido del cuadrante, sin embargo en las zonas más próximas a los tratamientos no se registraron niveles de daño considerables.

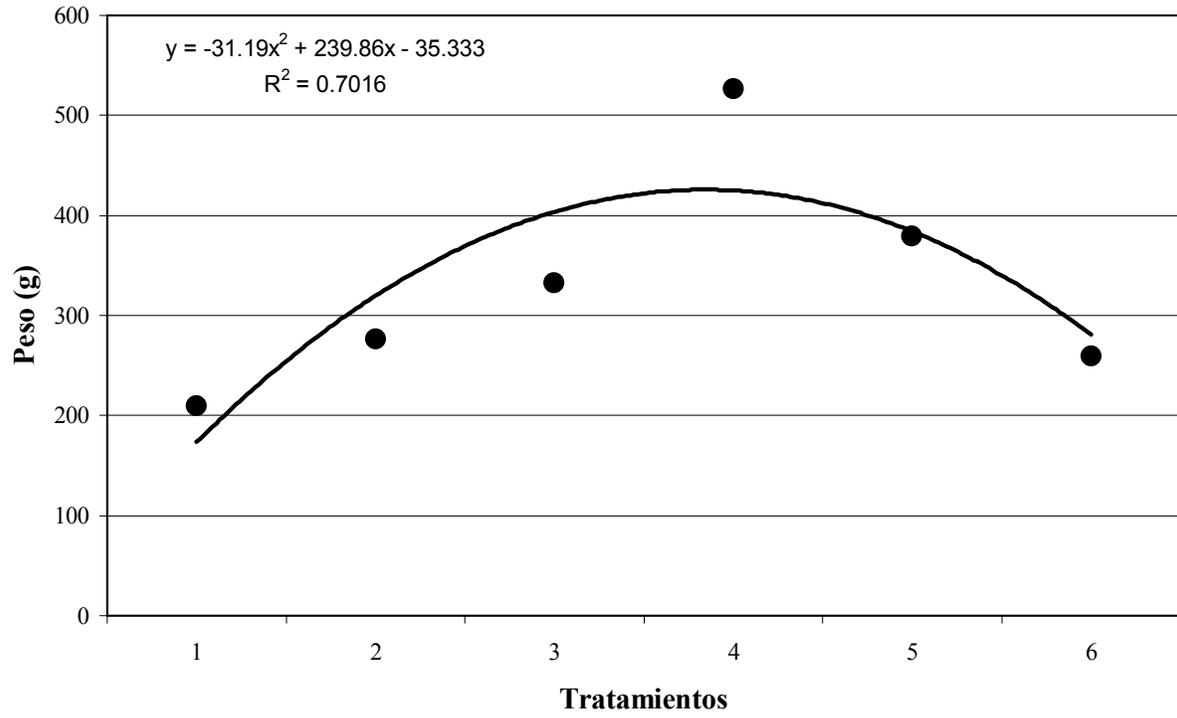


Figura 9. Funcion preliminar del daño de *C. pos ursinus* sobre papa *S. phureja*. en el C.A.M.

Otro factor que pudo haber influenciado el comportamiento alimenticio de esta especie fue la presencia de malezas asociadas al cultivo, ya que en la época de realización del experimento se suspendieron las labores de control de malezas.

Uno de los factores mas importantes que pudo haber influenciado el experimento fue la susceptibilidad de esta especie de papa al ataque de chizas, ya que es probable que *S. phureja* no sea susceptible al ataque de esta especie de chiza.

Es recomendable realizar experimentos con unidades experimentales mas grandes, con mayor numero de repeticiones y en condiciones en las que se pueda asegurar la población de la plaga para cada tratamiento.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a Julio Cesar Parada de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogota por su colaboración en la identificación de nematodos, a Luis Carlos Pardo asesor de investigación CIAT por su colaboración en la identificación de Coleoptera: Melolonthidae, Rosalba Tobon y Anuar Morales. Laboratorio de Bioecología. CIAT. Por la capacitacion y colaboración en el procesamiento e identificación de Hongos, a Martha Londoño, Elizabeth Meneses y Lina Arbelaez. CORPOICA La Selva por la capacitacion y la colaboración en la identificación de bacterias, a Cristian Olaya, Laboratorio de Microscopia de luz CIAT, por su colaboración en la toma de fotografías, a Andreas Gaigl por su apoyo durante todo el proyecto, a Miguel Serrano, a Alfredo Acosta, Al CIAT, A la Universidad Nacional de Colombia sede Bogota y a todas las personas que colaboraron para que este trabajo se llevara a cabo.

Literatura Citada.

Bernal. J & Granada. H. 1997. El Chinche De Los Pastos *Collaria Columbiensis* 25pp.

Cenicafe. 2002. Memorias. Curso Internacional Teórico-Practico Sobre Entomopatógenos, Parasitoides Y Otros Enemigos De La Broca Del Café. Sección I Entomopatógenos. Chinchina Colombia 210 P.

Costa. C, Vanin. S & Casari-Chen. S. 1988. Larvas De Coleoptera Do Brasil. Museu De Zoología, Universidade De Sao Paulo.

Duque. M. 2000. Patrones De Distribución Espacial Y Su Importancia En La Definición De Un Plan De Muestreo En MIP. Memorias Primer Curso-Taller Internacional En Control Biológico. 340pp

Fuxa.J., Tanada.Y. 1987. Epizootiology Of Insect Diseases. Wiley Entérciense. 555 P

Giraldo. O. 1982. La Chisa Una Grave Amenaza Contra Los Pastos. Revista Analac N° 135.Pág. 54-56

Guarin. J. 1997 Evaluación De La Patogenicidad De *Bacillus Popilliae* Dutky Sobre *Phyllophaga Obsoleta* Blanchard (Coleoptera: Melolonthidae). En Aconteceres Entomológicos. Pag 43-55.

Lacey, L. 1997. Manual Of Techniques In Insect Pathology. 409 P.

Laurence. A., Lacey. L., Kaya. 2000. Field Manual Of Techniques In Invertebrate Pathology. Klumer Academic Publishers. 910 P.

Londoño. M. 2003. Laboratorio De Patología De Insectos. Preparación De Soluciones Y Tinciones. Aplicaciones De Las Tinciones De Gram Y Wright. Universidad Nacional De Colombia Sede Medellín.

Londoño. M; Arias. J; Giraldo. R; Ríos. A. 2002. Conozca Las Chisas Del Oriente Antioqueño Y Su Distribución. Boletín Técnico N° 3 Centro De Investigaciones La Selva Rionegro, Antioquia Colombia.

Londoño. M. 1999 El Complejo Chisa En Colombia Y Perspectivas Para Su Manejo. Memorias XXVI Congreso Socolen.

Londoño. M; Ríos. A. 1997. Efecto De Diferentes Agentes De Control Biológico Sobre *Phyllophaga Obsoleta* Y *Anomala Undulata* (Col.: Melolonthidae). En Aconteceres Entomológicos. Pág. 35-42

- Londoño. M., Pérez. M. 1994 Reconocimiento De Los Enemigos Naturales De La Chiza O Mojojoy (Coleoptera: Scabarabaeidae) En El Oriente Antioqueño. Revista Colombiana De Entomología. Vol. 20 N° 3. Pág. 199-206
- Lozano. M., Vázquez. N., Gutiérrez. G. 2000. Selección De Sepas Nativas De *Metarhizium Anisopliae* (Metch) Sorokin Sobre Varios Géneros De Chizas (Col: Melolonthidae). En El Cultivo De La Arracacha (*Arracacia Xanthorriza*). Informe Técnico Final. Revista Nataima.
- Maldonado. C., Rodríguez. D., González. E. 1989. Estudios Básicos De *Bacillus Popilliae* (Dutky) Causal De Enfermedades Lechosas En Especies De Coleoptera. Resúmenes XVI Congreso Sociedad Colombiana De Entomología.
- Martínez. E & Barreto N. 1998. La Chinche De Los Pastos *Collaria Zenica* Stal En La Sabana De Bogota. Boletín De Investigación Corpoica. 55 Pp.
- Morón. M. 1994. Experiencias En América Sobre Control De Escarabaeidae Fitófagos. En Memorias XXI Congreso Sociedad Colombiana De Entomología. Medellín. 1994. Pág.. 177 – 184.
- Nguyen. K. 1999. Rhabditida Rhabditina Generic Identification. Entomology and Nematology Department, University of Florida.
- Parada J. 2001. Seminario: Nematodos Entomoparásitos Una Alternativa MIP. Universidad Nacional De Colombia. Línea De Investigaron En Nematodos Entomoparásitos
- Pardo. L. 2000. Avances En El Estudio De Chizas Rizófagas (Coleoptera- Melolonthidae) En Colombia, Observaciones Sobre Los Complejos Regionales Y Nuevos Patrones Morfológicos De Larvas. En Memorias XXIV Congreso Sociedad Colombiana De Entomología. 1999. Pág.. 285 – 306.
- Pardo, L. 1997. Introducción Al Estudio De Los Escarabajos De Colombia, Descripción E Importancia Social. Memorias XXIV Congreso Socolen.
- Pardo, L. 2002. VI Curso Nacional Teórico-Practico Sobre Escarabajos De Importancia Agrícola En Colombia.. Memorias. Museo Entomológico Facultad De Agronomía, Universidad Nacional Sede Bogota.
- Pardo, L. 2002. Aspectos Sistemáticos Y Bioecologicos Del Complejo Chiza (Col, Melolonthidae) De Caldoño, Norte Del Cauca, Colombia. Universidad Del Valle, Facultad De Ciencias Departamento De Biología. Pág. 114.
- Pardo. L. 1994. Escarabajos (Coleoptera- Melolonthidae) De Importancia Agrícola En Colombia. En Memorias XXI Congreso Sociedad Colombiana De Entomología. Medellín. 1994. Pág..

- Peralta. S., Meneses. E., Londoño. M. 2003. Reconocimiento De Enemigos Naturales De Chiza En Los Cultivos De Papa Y Pasto En El Oriente Antioqueño. Centro De Investigaciones Corpoica La Selva.
- Poinar. G., Thomas. G. 1984. Laboratory Guide To Insect Pathogens And Parasites. Plenum Publishing. 392 P.
- Restrepo-Giraldo. H; López-Ávila. A. 2000. Especies De Chisas (Coleóptera: Melolonthidae) De Importancia Agrícola En Colombia. Corpoica.
- Ritcher. O. 1966. White Grubs And Their Allies. Oregon State University. Pag 219.
- Rodríguez. D. 1996. Biología Y Manejo De Chisas En La Sabana De Bogota II Congreso Acopaflor. Plagas Del Suelo En La Floricultura. Pág. 60.
- Ruiz. N & Posada. L 1985. Aspectos Biológicos De Las Chizas En La Sabana De Bogota. Revista Colombiana De Entomología. Vol 11 N°1 1985. Pág. 21-26
- Salisbury. F y Cleon. R. 1992. fisiología Vegetal. Grupa Editorial Iberoamerica. 758 Pag.
- Shannon. P. Et Al. 1994 Seminario Taller Centroamericano Sobre La Biología Y Control De Phyllophaga Spp. Boletín Informativo MIP. N° 32. CATIE, Turrialba, Costa Rica
- Southwood. T.R.E. 1978. Ecological Methods. With Particular Reference To The Study Of Insect Populations. Second Edition, Chapman And Hall. 524pp
- Vallejo. F, Morón. M. & Orduz. S. 2000. Avances En El Estudio Morfológico Del Complejo Chiza (Coleoptera: Melolonthidae) De Colombia. En Memorias XXIV Congreso Sociedad Colombiana De Entomologia. 1999. Pág.. 307 – 327.
- Vallejo. F. 1997. Contribución Al Conocimiento De Las Plagas Subterráneas (Chizas) (Coleoptera, Scarabaeoidea: Melolonthidae) Del Oriente De Antioquia-Colombia.. Universidad Nacional De Colombia Sede Medellín. Pág.. 256.
- Vasquez. N. Norato. T. 2000. Validación Y Transferencia De Tecnología Para El Control Microbiológico De Las Chizas En El Sistema De Producción De Arracacha En Cajamarca. Informe Técnico Final. Revista Nataima.
- Victoria. J, Pardo. L. 2000. Reconocimiento De Enemigos Naturales De Chizas Rizófagas (Col: Melolonthidae) Del Cultivo De Yuca (*Manihot Sculenta* Krantz) En Tres Municipios De La Zona De Ladera Del Norte Del Departamento Del Cauca. En Memorias XXIV Congreso Sociedad Colombiana De Entomologia. 1999. Pág.. 343 – 349.
- Narvon, A; Ascger, K. 2000 Bioassays Of Entomopathogenic Microbes And Nematodes. 324p.
- Peterson. A. 1960. Larvae Of Insects. As Introduccion To Nearctic Species. Part II. Sixth Edition. Edwars Brothers, Inc. Columbus. Pag. 416.

www.arneson.cornell.edu/zamoplagas.com

<http://www.uv.es/cect>

www.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip55/tc55.html

www.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip67/tc7.html

www.Unmsm.edu.pe/biologia/index00.html

www.redepapa.org/documentosred.html

Anexos.

Anexo 1.



Trampa de luz tipo piracicaba



Cultivo de *S. phureja*. en el Centro Agropecuario Marengo.

Anexo 2.



Larva afectada por *M. Anisopliae*.

Anexo 3.



Larva de *H. dilaticollis* afectada por bacterias.

Anexo 4.



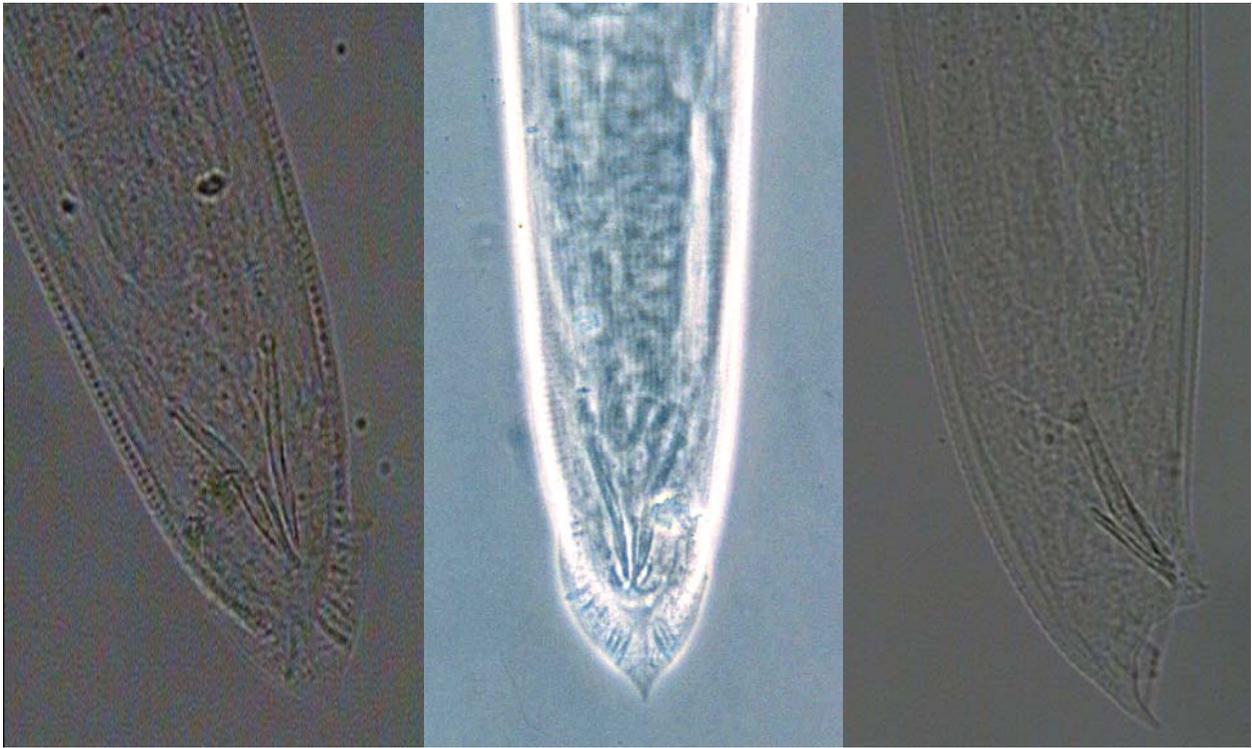
Larva transparente (afectada por nematodos).

Anexo 5.

Mesorhabditis sp.



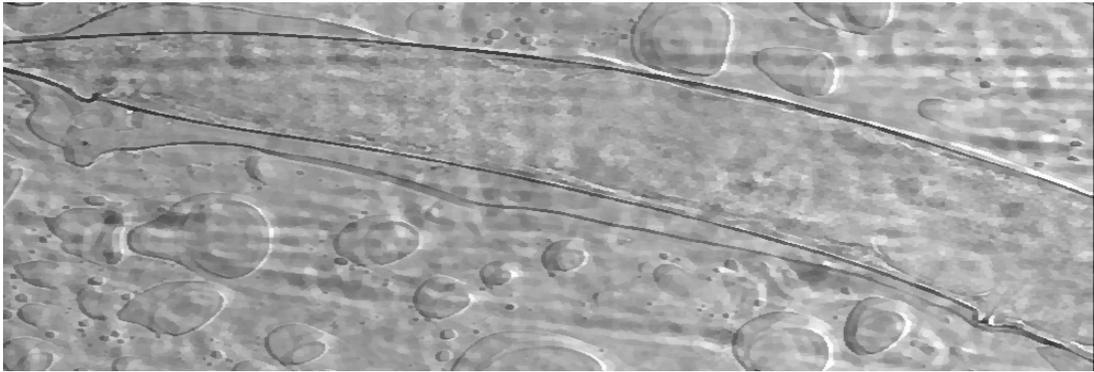
Esófago y Estoma



Machos

Anexo 6.

Steinernema sp



Hembras



Machos