

**EFFECTO DEL USO DE CLORPIRIFOS EN MAÍZ (*Zea mays* L.) SOBRE LOS  
ARTROPODOS NO-BLANCO DEL SUELO**

**MARILUZ MOJOCOA ALARCÓN**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
IBAGUE  
2004**

**EFFECTO DEL USO DE CLORPIRIFOS EN MAÍZ (*Zea mays* L.) SOBRE LOS  
ARTROPODOS NO-BLANCO DEL SUELO**

**MARILUZ MOJOCOA ALARCÓN**

**Trabajo presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero  
Agrónomo**

**DIRECTOR**

**JAIRO RODRÍGUEZ CHALARCA, I.A**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
IBAGUE  
2004**

## **Nota de advertencia**

“La Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima, el Director del Trabajo de Grado y el Jurado Calificador, no son responsables de los conceptos ni de las ideas expuestas por el autor del presente trabajo” (artículo 29, Acuerdo 064 de 1991 del Consejo Académico de la Universidad del Tolima)

## Nota de aceptación

---

---

---

---

Coordinador

---

Jurado

---

Jurado

## DEDICATORIA

A mis padres, por formarme como persona de bien y su  
incondicional amor, dedicación y apoyo.

A mis hermanos, por su comprensión y preocupación por mi.

A mis sobrinos y cuñados por su cariño y colaboración.

A mi querido amor, Geovany, por su paciencia , confianza y  
ese amor que alegra mi existir.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Jairo Rodríguez Chalarca, I. A, por la oportunidad que me brindo de realizar mi trabajo de grado en su proyecto, por sus enseñanzas y su gran colaboración como director del proyecto.

Al Dr. Daniel C. Peck, por sus valiosas asesorías en el desarrollo de esta investigación.

José Héctor Castro Ballén, I. A, por su colaboración en la universidad.

A Gerson Vélez, por su colaboración para el desarrollo de las actividades realizadas durante el trabajo.

A Reynaldo Pareja, por su amistad y por las fotos que ilustran el trabajo.

A Josefina Martínez, por su buena voluntad y colaboración.

A Anuar Morales, Oscar Yela, Rosalba Tobón, integrantes del Programa MIP, por su gran amistad y apoyo moral cuando lo necesite.

A mi amiga Franci Yate, por su amistad y sus frases de aliento desde la distancia.

A mis compañeros de laboratorio: Elsa Lilianna Melo, Rodrigo Zúñiga, Rómulo Riascos, por su amistad y por todo el apoyo logístico y humano que recibí.

A todo el personal del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por su amabilidad y colaboración.

Al cuerpo docente de la Universidad del Tolima que orientó de la mejor manera los conocimientos adquiridos para darme una formación integral como persona y profesional.

Y a todas las personas que de alguna manera tuvieron algo que ver con la realización de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág</b>
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	3
1.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO	4
2.1.1 Aspectos agroecológicos	4
2.1.2 Manejo del cultivo	5
2.1.3 Plagas en Colombia	5
2.1.4 Enfermedades en Colombia	6
2.1.5 Cosecha y postcosecha	7
2.2 ARTROPODOS DEL SUELO	9
2.3 TRAMPAS DE CAIDA O PITFALL	10
3. MATERIALES Y METODOS	12
3.1 LOCALIZACIÓN	12
3.2 ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO	12
3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1 COMPOSICION DE ARTROPODOS	18
4.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES	30
5. CONCLUSIONES	32
6. RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	40

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág</b>
Tabla 1. Relación de las plagas más importantes del maíz en Colombia y su umbral económico.	8
Tabla 2. Número total de individuos por clase taxonómica capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT.	18
Tabla 3. Número de individuos por orden capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT.	19
Tabla 4. Valores promedios $\pm$ error estándar para la abundancia de artrópodos asociados a maíz, capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y semestre A del 2003 en el CIAT.	21
Tabla 5. Número de individuos por familia del Orden Coleoptera capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT.	22
Tabla 6. Número de individuos por familias del Orden Collembolla capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT.	24
Tabla 7. Número de individuos por familias del Orden Hemiptera capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT.	26
Tabla 8. Índices de diversidad, dominancia y equidad de especies de artrópodos, en maíz con y sin insecticida durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en el CIAT.	31

Tabla 9. Índices de similitud entre tratamientos y semestres para ordenes de insectos asociados con maíz con y sin insecticida durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en el CIAT.

31

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
Figura 1. (A) Componente fijo de la trampa pitfall en el campo; (B) componente móvil de la trampa y (C) Sistema de bloque de la trampa en campo.	11
Figura 2. Utilización de guadaña.	13
Figura 3. Siembra mecanizada del lote de Maíz.	13
Figura 4. Aplicación del insecticida en las parcelas correspondientes.	14
Figura 5. (A) Lavado con agua; (B) Lavado con solución salina al 35% y (C) Almacenamiento en frascos plásticos en alcohol al 70%.	16
Figura 6. Conteo e identificación de especímenes en laboratorio.	16
Figura 7. Área bajo la curva para el Orden Acarina en maíz con y sin insecticida, durante el 2002 B y 2003 A en el CIAT.	25
Figura 8. Área bajo la curva para el Orden Collembola en maíz con y sin insecticida, durante el 2002 B y 2003 A en el CIAT.	27
Figura 9. Área bajo la curva para el Orden Coleoptera en maíz con y sin insecticida, durante el 2002 B y 2003 A en el CIAT.	28
Figura 10. Área bajo la curva para el Orden Hymenoptera en maíz con y sin insecticida, durante el 2002 B y 2003 A en el CIAT.	29

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág</b>
Anexo A. Aspectos agronómicos del híbrido Master (maíz amarillo).	41
Anexo B. Distribución de 2 tratamientos y 4 repeticiones en un diseño completamente al azar.	42
Anexo C. Hoja técnica del insecticida.	43
Anexo D. Formato para la evaluación de las trampas pitfall en el laboratorio.	44

## RESUMEN

El Centro Internacional de Agricultura Tropical en convenio con la Universidad de Cornell (USA), plantearon la necesidad de determinar el efecto del uso del Clorpirifos (Lorsban 48% EC) sobre los artrópodos no-blanco del suelo en el cultivo de maíz, y establecer la efectividad del uso de trampas pitfall como técnica de muestreo de artrópodos del suelo bajo condiciones del Trópico, durante dos ciclos del cultivo (2002–2003), en las instalaciones de CIAT, Palmira. El ensayo se estableció en campo en ocho parcelas cada una de 1849 m<sup>2</sup>, el material de siembra utilizado fue el híbrido Master. Los tratamientos evaluados fueron maíz con y sin insecticida replicados cuatro veces, para la captura de los insectos se utilizaron trampas pitfall (PF). En cada parcela se ubicaron ocho trampas distribuidas aleatoriamente, la evaluación de las trampas se realizó cada ocho días. Las muestras recolectadas en campo fueron llevadas al laboratorio para su limpieza, una vez limpias las muestras fueron almacenadas en alcohol al 70% para su posterior conteo e identificación. Durante el período de evaluación se capturaron 11850 especímenes ubicados en 5 clases taxonómicas y 16 órdenes diferentes. El 71.4% de los especímenes se capturaron durante el 2002, el tratamiento con insecticida con el 58.7% fue el que presentó el mayor número de capturas durante los dos semestres de muestreo. Acarina y Collembola fueron los órdenes más abundantes con el 19.7 y 45.9%, respectivamente. Estadísticamente solo Acarina y Thysanoptera exhibieron diferencias entre los tratamientos, entre semestres la diferencia estadística solo se detectó para Araneae, Diplopoda, Díptera, Hemiptera y Thysanoptera. Se confirma que no hay un efecto marcado del uso de Clorpirifos, sobre los artrópodos no-blanco del suelo. Además, se confirma la necesidad de realizar este tipo de estudios durante un período mínimo de dos años para poder comparar entre semestres iguales y definir si el efecto es atribuible a los tratamientos o por efecto de estacionalidad.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los diferentes papeles que juegan los artrópodos en la cadena alimenticia, podemos citar el rol que juegan en la incorporación de materia orgánica mejorando la estructura del suelo (Marasas *et al.* 2001). En los suelos agrícolas son abundantes los microartrópodos pero su importancia en muchos casos ha sido pasada por alto, no olvidemos su importancia en la regulación de la población microbiana, la descomposición de la materia orgánica y el ciclaje de nutrientes dentro del suelo (Doles *et al.* 2001)

En el suelo coexisten insectos benéficos, arañas y ácaros, que ejercen un control biológico, logrando la disminución de las poblaciones de artrópodos plaga y convirtiéndose en un elemento importante en el manejo integrado de plagas. La implementación del control químico para reducir el efecto de las plagas en los cultivos genera adicionalmente un desbalance en las poblaciones de la fauna benéfica creando condiciones favorables para el incremento, resurgencia y/o aparición de plagas potenciales.

Dada la importancia de los artrópodos en el suelo, se crea la necesidad de llevar a cabo estudios que permitan cuantificar y determinar el efecto del uso continuo de insecticidas sobre los organismos no-blanco del suelo. Por esta razón el Centro Internacional de Agricultura Tropical en convenio con la Universidad de Cornell (USA), están llevando a cabo una serie de estudios tendientes a determinar el efecto residual del uso de insecticidas del suelo sobre los artrópodos no-blanco del suelo en el cultivo de maíz bajo las condiciones del Valle del Cauca. Este proyecto ofrecerá datos preliminares para ajustar los protocolos establecidos en la Universidad de Cornell y establecer la efectividad del uso de trampas pitfall como técnica de muestreo de artrópodos del suelo bajo las condiciones del Trópico.

Adicionalmente, la información obtenida dará bases para la cuantificación y comparación de la biodiversidad del suelo en el cultivo del maíz con y sin insecticida.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Cuantificar el impacto del uso de Clorpirifos sobre los artrópodos no-blanco del suelo en el cultivo de maíz.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ☞ Evaluar el riesgo de la aplicación de insecticidas de suelo sobre los organismos no-blanco en parcelas de campo.
- ☞ Generar información sobre la riqueza de artrópodos del suelo asociados con maíz.
- ☞ Emplear los datos para cuantificar y comparar la biodiversidad de artrópodos del suelo en maíz con y sin insecticida.
- ☞ Validar las metodologías diseñadas por la Universidad de Cornell (USA) para las condiciones del Trópico.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO

El maíz en Colombia para el año 2001 ocupaba un área de 574,117/ha, representadas por maíz tecnificado y no tecnificado con el 26.0 y 74.0%, respectivamente. Para este mismo año la producción nacional fue de 1.239.346 toneladas, de las cuales un 44.5% correspondieron a maíz tecnificado y 55.5% a maíz tradicional. Con un rendimiento promedio del 2.2 kg/ha (Minagricultura 2001). El maíz ocupa el segundo lugar en producción mundial entre los cereales, después del trigo, seguido en tercer lugar por el arroz. Sin embargo, ocupa el primer lugar en Latinoamérica y África y el tercero en Asia después del arroz y el trigo (Ospina 1999).

**2.1.1 Aspectos agroecológicos.** El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las gramíneas. Es una planta herbácea anual y monoica, con un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar 5 m de altura (Ospina 1999). El crecimiento y desarrollo del maíz depende de factores ambientales como luz, agua, temperatura, CO<sub>2</sub>, nutrientes. La temperatura media ideal para el maíz oscila entre los 22 y 29°C, cuando la temperatura está entre 10 y 20°C el crecimiento es muy lento y por debajo de 10°C empieza a detenerse los procesos fisiológicos. El ciclo del maíz requiere en total de 500 a 600 mm de agua, siendo floración la época más crítica de la planta. Los períodos largos de sequía, sombrío y agua causan reducciones del área foliar y del rendimiento del grano de la planta de maíz (Ospina 1999).

**2.1.2 Manejo del cultivo.** Para la siembra se utilizan de 15 a 18 Kg/ha para variedades, lográndose densidades de 28 a 30 mil plantas/ha. Para el caso de los híbridos de 10 a 15 Kg/ha, con una distancia entre surcos de 0.50 m (Corpoica 1998). Cuando se habla de maíz tecnificado se requieren de 20 a 25 Kg/ha de semilla con distancia entre surcos de 0.80 m y 0.25 m entre plantas, para una densidad de 45 a 50 mil plantas/ha (Ospina 1999). Los requerimientos nutricionales para una cosecha de 3 Ton/ha de maíz son aproximadamente: (N) 190 kg/ha, (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 62 Kg/ha y (K<sub>2</sub>O) 124 Kg/ha. Un híbrido de maíz que produzca 4 toneladas de grano/ha, requiere de 1 Kg de Ca, 6 Kg de Mg, 6 Kg de S. Además, de necesitar una buena cantidad de nitrógeno para alcanzar sus máximos rendimientos teniendo en cuenta que el período de máxima demanda de este nutriente se presenta desde los 10 días antes de la floración hasta los 25 días después de ella (Ospina 1999). Las épocas de aplicación de fertilizante recomendadas son: (1) al momento de la siembra, (2) cuando las plantas tengan 3 hojas (10 a 15 días después de germinado) y (3) inducción del primordio floral (35 a 45 días después de germinado) (Corpica 1998).

El manejo de las malezas en el cultivo del maíz, debe ser de una manera integrada utilizando prácticas físicas (cultivadas, fuego, inundación y humo), culturales (rotación de cultivos) biológicas o químicas. Entre los herbicidas más recomendados para maíz tenemos: glifosato, atrazina, metolaclor, alaclor, bentazon, pendimetalina, 2,4 D-Amina, paraquat (Corpica 1998).

**2.1.3 Plagas en Colombia.** Las plagas más importantes en Colombia asociadas con el cultivo de maíz se listan a continuación (Tabla 1). *Eutheola bidentata*, se ha constituido en una limitante para el desarrollo de cultivos como arroz, maíz y sorgo en los períodos iniciales de dichos cultivos, en los departamentos de Córdoba, Antioquia, Meta, Caquetá y Putumayo. El daño es mucho mayor que el ocasionado por *Phyllophaga*, *Cyclocephala* y aún *Dyscinetus*, considerados como plagas del suelo. Según Posada (1989) y Vélez (1989), se conocen para

Colombia las especies *E. Bidentata*: *E. Sp humilis* pob., *E. Basalis* (G. y P) y *Eutheola* sp.

Según Ospina 1999, en el Valle del Cauca se ha observado que en siembras tardías de verano los cultivos se ven más afectados por los ataques de este *D. Balteata*.

Se considera a *Spodoptera frugiperda* como plaga de mayor importancia en el cultivo de maíz en Colombia, donde alcanza poblaciones altas (García Roa 1996). El gusano cogollero del maíz como se le conoce comúnmente a *S. frugiperda*, actúa como tierrero trozando las plántulas, cogollero y perforador de fruto (García Roa 1996).

Entre los insecticidas más recomendados para el control de plagas en maíz podemos citar clorpirifos insecticida del grupo de los organofosforados. Clorpirifos es tal vez el insecticida más utilizado a escala nacional para el control químico de *S. frugiperda* en maíz y sorgo, incorporándose al suelo con la última rastrillada para disminuir el daño como tierrero (Ospina 1999).

**2.1.4 Enfermedades en Colombia.** Para Colombia entre otras las enfermedades más limitantes en el cultivo del maíz tenemos: (1) Manchas foliares: Tizón foliar (*Helminthosporium turcicu*), Roya común (*Puccinia sorgui*), Mancha zonificada de la hoja (*Gloeocercospora sorgui*) y Mancha gris de la hoja (*Cercospora zea*); (2) Pudrición del tallo y raíz (*Pythium* sp); Patógenos de la inflorescencia de la mazorca: Carbón común (*Ustilago maydis*), Pudrición seca (*Diploidia zea*) y Virus del mosaico del enanismo del maíz (MDMV). Para el Valle del Cauca Ospina (1999) cita como enfermedades limitantes en el maíz a: (1) Zona norte del departamento: Tizón norteño del maíz (*Exserobilum turcicum*), Peca del Maíz (*Physoderma maydis*) y Mancha por curvularia (*Curvularia* sp); (2) Zona centro del

departamento: Roya tropical (*Physopella*), Mancha de asfalto (*Phylacora maydis*) y Roya sureña (*Physoderma maydis*); (3) Zona sur del departamento: Carbón común (*Ustilago maydis*).

Con relación a las enfermedades virales para la zona del valle del Cauca se reportan cuatro enfermedades virales y su transmisión a través del insecto vector *Peregrinus maydis* (Córdoba 1998) y *Dalbulus maydis*: Maize Dwarf Mosaic (MDMV), Maize Mosaic (MMV), Maize Strip (MStpV), Maize Rayado Fino (MRFV) y Achaparamiento (Fitoplasma).

Al evaluar las enfermedades fungosas encontradas en el Valle del Cauca mediante la concentración del área foliar afectada y la etapa de infección, se puede concluir que estas enfermedades no son una limitante económica, ni inducen reducción en la producción. Se considera crítica una enfermedad cuando aparece antes de las seis semanas de desarrollo y el progreso es superior al 22% (Cevallos 1998, comunicación personal)

**2.1.5 Cosecha y postcosecha.** La cosecha de maíz se puede realizar manualmente o con cosechadora, la humedad óptima para la recolección cuando existe la infraestructura de secamiento es del 20%. El sistema de recolección manual y desgrane mecánico se recomienda cuando el 80% de las mazorcas se encuentran agobiadas y con humedades menores del 17% (Corpoica 1998).

**Tabla 1.** Relación de las plagas más importantes del maíz en Colombia y su umbral económico.

<b>Nombre Vulgar</b>	<b>N. Científico</b>	<b>Índice de daño</b>	<b>Control Biológico</b>
Cogollero del maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	10% plantas trozadas	Nomurea rileyi Bauveria basiana B. thurigiensis Trichogramma sp Meteorus sp Bachymeria Tachinidos
Trozador negro	<i>Agrotis ipsilon</i>	5-10% plantas trozadas	Tetraca sp Calosoma granulatum Nomurea rileyi Bauveria basiana
Barrenador menor del maíz	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	10% plantas afectadas	Chelenomus sp Telenomus sp Macrocentrus sp
Gusano alambre	<i>Conoderus</i> sp		
*Cucarro	<i>Eutheola bidentata</i>	5-10%	
Cucarron de hojas	** <i>Diabrotica balteata</i>	4 adultos por planta	Reeduvidae Arácnidos
	<i>Raphalosipum maidis</i>		<i>Colemegilla maculata</i> <i>Cycloneda sanguínea</i>
Gusano agrimensor	<i>Mochis</i> sp. Pos. Latipes		
	<i>Heliothis zea</i>		

## 2.2 ARTROPODOS DEL SUELO

Los artrópodos constituyen el grupo de macroorganismos más importante cuantitativa y cualitativamente en la biota del suelo, ya sea por la cantidad de individuos, su biomasa o función trópica, o bien por la variedad de especies que representan (Jaramillo 1997, Paris 1979). La mayoría de los artrópodos son trituradores de los residuos, papel importante en la transformación y mineralización de la materia orgánica (Marasas *et al.* 2001). Además, de la regulación de la población microbiana, la descomposición de la materia orgánica y el ciclaje de nutrientes dentro del suelo (Doles *et al.* 2001).

Los ácaros y los collembolos constituyen casi la mitad del total de artrópodos del suelo (ECA 2001). Los collembolos se encuentran en gran número en el suelo unos 40.000 individuos/m<sup>2</sup>, lo mismo sucede con los ácaros donde se reportan poblaciones muy numerosas cercanas a los 200.000 individuos/m<sup>2</sup>, y con diversidad de especies cercanas a las 200 (Jordan 1996).

En algunos hábitats tienen importancia los diplópodos, y otros artrópodos como larvas de dípteros, que pueden convertirse en los principales detritívoros de la superficie del suelo, cuando no hay lombrices (Jordan 1996).

En los agroecosistemas se encuentran artrópodos benéficos del orden Aranea, Dermaptera, Coleoptera, Hymenóptera, Odonata, entre otros, los cuales son enemigos naturales, depredadores, parasitoides. La presencia de artrópodos benéficos en el suelo demuestran que estos pueden tener un papel muy importante en la reducción de plagas, sino son suprimidos por el uso frecuente de los insecticidas (Kirsten *et al.* 1998).

Para Ross (1964), la abundancia de una especie varía dentro de límites moderadamente estrechos de un año a otro. Se estima que los artrópodos

alcanzan una mayor diversidad y abundancia en ecosistemas con menos perturbación como bosques, selvas y praderas permanentes (Raw 1971).

Zanin *et al.* (1995), en un ensayo realizado para comparar la entomofauna epigea en cultivos asociados de maíz y frijol, pudieron establecer que la aplicación de insecticidas redujo la población de casi todos los artrópodos en los cultivos simples especialmente cuando se aplica el producto a toda la planta.

### **2.3 TRAMPAS DE CAIDA O PITFALL (PF)**

Las trampas de caída se usan para hacer el muestreo de insectos que se encuentran en la superficie del suelo. Este método permite comparar cualitativa y cuantitativamente abundancia y composición epigea de hábitats particulares conformado principalmente por hormigas, coleópteros y microhimenópteros ápteros (Instituto Humboldt 2003)

Las trampas pitfall son empleadas para evaluar la abundancia de cucarrones, arañas, grillos, hormigas, ciempiés, milpiés, collembolos, ácaros, entre otros. La trampa esta constituida por dos componentes básicos: (1) un componente estacionario que permanece en el campo durante el período de evaluación facilitando de esta manera el montaje periódico de las evaluaciones, (2) un componente móvil el cual es el encargado de retener los especímenes y facilitar el desplazamiento de las muestras hacia el laboratorio para su posterior evaluación y (3) una caja petri como aditamento para bloquear la parte fija de la trampa durante el período de no- evaluación (Figura 1).



**Figura 1. (A)** Componente fijo de la trampa pitfall en el campo; **(B)** Componente móvil de la trampa y **(C)** Sistema de bloqueo de la trampa en campo.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se llevó a cabo en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), localizado a 3° 31' Norte y a 76° 21' Oeste, altura de 956 msnm y precipitación anual de 1000 mm y con una temperatura promedio de 24° C. Según la clasificación de zonas de vida de Holdrige, corresponde a un Bosque seco tropical (Bs-T).

#### 3.2 ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO

Para el desarrollo del ensayo se contó con un lote de 2 ha, dividido en ocho parcelas cada una con un área de 1849 m<sup>2</sup> (43m x 43m), las cuales fueron empleadas durante los dos ciclos de evaluación. El primer ciclo se sembró el 30 de septiembre de 2002, en el semestre previo al inicio del ensayo las parcelas fueron sembradas con *Crotalaria juncea* e incorporada al suelo como abono verde. El segundo ciclo fue sembrado el 6 de mayo de 2003. La preparación del suelo para los dos ensayos consistió en: labranza convencional utilizando la rastro-arado (descartando el arado de disco), con dos pases de rastra y un pase de rastrillo pulidor y posteriormente se procedió al rayado o camado. Adicionalmente, para el segundo ciclo se implementó el uso de la guadaña para cortar los residuos de la cosecha anterior (Figura 2). El material sembrado fue el híbrido Master de Syngenta (anexo A), la siembra se realizó con máquina sembradora de seis tolvas (Figura 3) con distancias de siembra de 0.75 m entre surcos y de 0.20 m entre plantas, para una densidad total de 12.326 plantas/parcela.



**Figura 2.** Utilización de guadaña



**Figura 3.** Siembra mecanizada del lote de Maíz

Los tratamientos evaluados fueron maíz con y sin insecticida replicados cuatro veces, la asignación de los tratamientos se realizó aleatoriamente (anexo B). Una vez asignados los tratamientos en campo, se procedió a la aplicación del insecticida clorpirifos 48% EC (Lorsban) (anexo C), en una dosis de 100 cc por bomba de 20 litros a las parcelas correspondientes (Figura 4). La asignación de los tratamientos se mantuvo durante los dos semestres de evaluación, con el propósito de determinar el efecto residual del uso del insecticida (Clorpirifos) sobre los artrópodos no-blanco del suelo. Durante todo el ciclo del cultivo no se usaron otros plaguicidas y el control de malezas se realizó manualmente.



**Figura 4.** Aplicación del insecticida en las parcelas correspondientes

Establecido el 50% de la germinación del maíz y después de la aplicación del insecticida, se realizó el despliegue de las trampas pitfall (PF) en campo. Para cada parcela se emplearon ocho trampas distribuidas aleatoriamente en los 40 surcos centrales, los surcos en cada tratamiento que tuvieron desplegadas las

trampas durante el período de evaluación fueron el 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 y 40, para los dos ciclos del cultivo.

Para la ubicación de las trampas pitfall en campo se tuvo en cuenta sus dos componentes (parte fija, parte móvil). La parte fija de la trampa estaba constituida por un vaso desechable de 12 onzas con un diámetro de boca de 7.5 cm, esta parte de la trampa fue ubicada en cada uno de los surcos respectivos (Figura 1A). La parte móvil de la trampa, estaba constituida por un vaso desechable de 4 onzas con un diámetro de boca de 6.5 cm, esta parte de la trampa fue ubicada cada 8 días en campo por un período de 24 horas al cabo de los cuales se recuperaban y se llevaban al laboratorio para su almacenamiento (Figura 1B). Como aditamento para bloquear (tapar) la parte fija de la trampa durante el período de no evaluación, se implemento el uso de cajas de petri (Figura 1C).

Las muestras obtenidas en campo fueron llevadas al laboratorio para su procesamiento, para lo cual se implementó la metodología empleada en la extracción de huevos de salivazo (Rodríguez 2001). Esta metodología se fundamenta en la separación de la muestra objeto de los cuerpos extraños por flotación, empleando dos procedimientos de separación: (1) la muestra original se pasó primero por agua y el sobrenadante se recupera, (2) el sedimento producto de la primera separación se pasaba por solución salina al 35%, y el sobrenadante es retirado. El sobrenadando producto de estas dos separaciones por flotación fue almacenado en un frasco plástico de 50 gr. en alcohol al 70%, para su posterior conteo e identificación de los especímenes (Figura 5).



**Figura 5 (A)** Lavado con agua; **(B)** Lavado con solución salina al 35% y **(C)** Almacenamiento en frascos plásticos en alcohol al 70%.

El conteo e identificación de las muestras se realizó con la ayuda de un estereoscopio, y con el apoyo de las claves taxonómicas se identificaron los especímenes al nivel de clase, orden o familia. Los especímenes que no se pudieron identificar fueron almacenados y rotulados para su envío a la Universidad de Cornell para una futura identificación por parte de especialistas (Figura 6).



**Figura 6.** Conteo e identificación de especímenes en laboratorio.

### **3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

El modelo estadístico empleado para el desarrollo de la investigación, teniendo en cuenta las condiciones del terreno fue un diseño completamente al azar (DCA). Se determinaron las diferencias en abundancia entre los tratamientos y entre los semestres al  $P < 0.05$ , utilizando para ello la prueba de comparación múltiple de Tukey-Kramer HSD. Adicionalmente, para los ordenes de mayor abundancia se realizó un análisis de área bajo la curva para determinar diferencias entre los tratamientos para cada uno de los semestres. Para esto se empleó el programa SAS, de uso en el CIAT. Igualmente, se comparó la diversidad y abundancia entre los tratamientos y entre semestres empleando para esto los índices de diversidad (Shanon- Wiener, Margalef y Simpson), de equidad y de dominancia (Simpson).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 COMPOSICIÓN DE ARTRÓPODOS

Durante los dos semestres de evaluaciones (B del 2002 y A del 2003), se capturaron en total 11850 especímenes, ubicados en 16 ordenes comprendidos en cinco clases taxonómicas diferentes (Tabla 2). El 71.4% de los especímenes corresponden a los capturados durante el semestre B del 2002. El tratamiento con insecticida, presentó la mayor abundancia de especímenes con el 58.7% del total de capturas (Tabla 3). La clase taxonómica con mayor abundancia fue Collembola con el 46.0% y la de menor abundancia fue Chilopoda con el 0.25% (Tabla 2). Dentro de los 16 ordenes identificados, Acarina y Collembola fueron los ordenes más abundantes con el 19.7 y 45.9%, respectivamente (Tabla 3).

**Tabla 2.** Número total de individuos por clase taxonómica capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT

<b>Clase taxonómica</b>	<b>2002 B</b>	<b>%</b>	<b>203 A</b>	<b>%</b>
Arácnida	2000	23.6	1214	35.8
Chilopoda	17	0.2	13	0.4
Collembola	4737	56.0	707	20.9
Diplopoda	32	0.4	164	4.8
Insecta	1677	19.8	1289	38.1
<b>Total</b>	<b>8463</b>	<b>100</b>	<b>3387</b>	<b>100</b>

**Tabla 3.** Número de individuos por orden capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT

Orden	Individuos											
	Semestre B del 2002						Semestre A del 2003					
	Maíz con insecticida		Maíz sin insecticida		Total		Maíz con insecticida		Maíz sin insecticida		Total	
No. Individuos	%	No. Individuos	%	No. Individuos	%	No. Individuos	%	No. Individuos	%	No. Individuos	%	
Acarina	773	15.3	590	17.4	1363	16.1	638	33.7	332	22.3	970	28.6
Araneae	443	8.7	194	5.7	637	7.5	124	6.5	120	8.0	244	7.2
Blattaria	--	--	--	--	--	--	3	0.2	1	0.1	4	0.1
Chilopoda	6	0.1	11	0.3	17	0.2	6	0.3	7	0.5	13	0.4
Coleoptera	244	4.8	189	5.6	433	5.1	202	10.7	118	7.9	320	9.4
Collembola	3077	60.8	1660	48.9	4737	56.0	340	17.9	367	24.6	707	20.9
Dermaptera	9	0.2	2	0.1	11	0.1	3	0.2	3	0.2	6	0.2
Diplopoda	15	0.3	17	0.5	32	0.4	87	4.6	77	5.2	164	4.8
Diptera	29	0.6	26	0.8	55	0.6	84	4.4	79	5.3	163	4.8
Hemiptera	95	1.9	88	2.6	183	2.2	26	1.4	20	1.3	46	1.4
Homoptera	16	0.3	30	0.9	46	0.5	23	1.2	23	1.5	46	1.4
Hymenoptera	259	5.1	472	13.9	731	8.6	277	14.6	261	17.5	538	15.9
Lepidoptera	27	0.5	45	1.3	72	0.9	37	1.9	33	2.2	70	2.1
Neuroptera	--	--	1	0.0	1	0.0	2	0.1	1	0.1	3	0.1
Orthoptera	9	0.2	45	1.3	104	1.2	8	0.4	16	1.1	24	0.7
Thysanoptera	4	0.1	21	0.6	25	0.3	2	0.1	3	0.2	5	0.1
ND*	59	1.2	7	0.2	16	0.2	34	1.8	30	2.1	64	1.9
<b>Total</b>	<b>5065</b>	<b>100</b>	<b>3398</b>	<b>100</b>	<b>8463</b>	<b>100</b>	<b>1896</b>	<b>100</b>	<b>1491</b>	<b>100</b>	<b>3387</b>	<b>100</b>

\* No determinados a la fecha

La abundancia en especímenes varió 2.5 veces entre el semestre de mayor abundancia (2002 B) y el de menor abundancia (2003 A) (Tabla 3). En términos particulares, solamente los ordenes Diplopoda y Díptera exhibieron una mayor abundancia durante el semestre A del 2003 con 5.1 y 3.0 veces más individuos. Además, Acarina y Thysanoptera exhibieron diferencias estadísticas entre tratamientos, y solamente Aranae, Díptera, Diplopoda, Hemiptera y Thysanoptera presentaron diferencias estadísticas entre semestres (Tabla 4).

Para el orden Acarina se capturaron 2333 especímenes, que corresponden al 19.7% del total de individuos capturados durante los dos semestres de evaluación. El comportamiento del orden Acarina, fue estadísticamente diferente entre tratamientos y entre semestres. El tratamiento con insecticida fue el que mostró mayor abundancia con 1.5 veces más especímenes que el tratamiento sin insecticida, de igual forma el semestre B del 2002 presentó 1.4 veces más especímenes que el semestre A del 2003 (Tabla 4).

De los 753 especímenes del orden Coleoptera capturados, el 29.7% correspondieron a estados inmaduros. El total de Coleopteros capturados representa el 6.4% del total de especímenes capturados durante el período de evaluación. Estadísticamente el orden Coleoptera no mostró diferencias entre tratamientos ni entre semestres. El tratamiento con insecticida presentó la mayor abundancia con 1.5 veces más especímenes que el tratamiento sin insecticida, de igual forma el semestre B del 2002 presentó 1.4 veces más especímenes que el semestre A del 2003 (Tabla 4). La familia más representativa en términos de abundancia fue Carabidae con el 46.6% del total de coleópteros capturados (Tabla 5). Dentro de familia Carabidae, el género más representativo en términos de abundancia fue *Calosoma*, y su especie *C. granulatum* con el 85.8% de los individuos, con una variación de 1.6 veces entre el semestre B del 2002 (mayor abundancia) y el semestre A del 2003 (menor abundancia).

**Tabla 4.** Valores promedios  $\pm$  error estándar para la abundancia de artrópodos asociados a maíz, capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y semestre A del 2003 en el CIAT

Orden	Comparación entre tratamientos		Comparación entre semestres	
	Con Insecticida	Sin Insecticida	2002 B	2003 A
Acarina	11.38 $\pm$ 15.23 a	7.44 $\pm$ 8.59 b	10.65 $\pm$ 14.79 a	8.08 $\pm$ 9.35 a
Araneae	4.57 $\pm$ 4.57 a	2.53 $\pm$ 8.66 a	4.98 $\pm$ 25.59 a	2.03 $\pm$ 1.48 b
Blattaria	0.02 $\pm$ 0.02 a	0.01 $\pm$ 0.09a	--	0.03 $\pm$ 0.18
Chilopoda	0.10 $\pm$ 0.10 a	0.15 $\pm$ 0.55 a	0.13 $\pm$ 0.54 a	0.11 $\pm$ 0.41 a
Coleoptera	3.60 $\pm$ 3.60 a	2.49 $\pm$ 4.21 a	3.38 $\pm$ 6.02 a	2.67 $\pm$ 4.82 a
Collembola	27.56 $\pm$ 27.56 a	16.35 $\pm$ 83.76 a	37.01 $\pm$ 135.74 a	5.89 $\pm$ 5.20 a
Dermaptera	0.10 $\pm$ 0.10 a	0.04 $\pm$ 0.24 a	0.09 $\pm$ 0.44 a	0.05 $\pm$ 0.25 a
Diplopoda	0.82 $\pm$ 0.82 a	0.76 $\pm$ 1.64 a	0.25 $\pm$ 0.69 b	1.37 $\pm$ 2.23 a
Diptera	0.91 $\pm$ 0.91 a	0.85 $\pm$ 1.85 a	0.43 $\pm$ 0.97 b	1.36 $\pm$ 2.55 a
Hemiptera	0.98 $\pm$ 0.98 a	0.87 $\pm$ 1.79 a	1.43 $\pm$ 2.79 a	0.38 $\pm$ 0.75 b
Homoptera	0.31 $\pm$ 0.31 a	0.43 $\pm$ 0.88 a	0.36 $\pm$ 0.87 a	0.38 $\pm$ 0.64 a
Hymenoptera	4.32 $\pm$ 4.32 a	5.91 $\pm$ 15.08 a	5.71 $\pm$ 15.89 a	4.48 $\pm$ 6.21 a
Lepidoptera	0.52 $\pm$ 0.52 a	0.63 $\pm$ 1.42 a	0.56 $\pm$ 1.42 a	0.58 $\pm$ 1.06 a
Neuroptera	0.02 $\pm$ 0.02 a	0.02 $\pm$ 0.13 a	0.01 $\pm$ 0.09 a	0.03 $\pm$ 0.16 a
Orthoptera	0.14 $\pm$ 0.14 a	0.19 $\pm$ 0.50 a	0.13 $\pm$ 0.42 a	0.20 $\pm$ 0.50 a
Thysanoptera	0.05 $\pm$ 0.05 b	0.19 $\pm$ 0.62 a	0.20 $\pm$ 0.60 a	0.04 $\pm$ 0.20 b
ND*	0.75 $\pm$ 0.75 a	0.60 $\pm$ 0.97 a	0.81 $\pm$ 1.54 a	0.53 $\pm$ 0.79 a

\* No determinados a la fecha

Para cada fila, promedios seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes al  $P < 0.05$ . Las diferencias se determinaron con la prueba Tukey-Kramer para comparaciones múltiples.

**Tabla 5.** Número de individuos por familia del Orden Coleoptera capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT

Familia	2002 B						2003 A					
	Con insecticida	%	Sin insecticida	%	Total	%	Con insecticida	%	Sin insecticida	%	Total	%
Bruchidae	--	--	--	--	--	--	1	0.5	--	--	1	0.3
Carabidae	125	51.2	96	50.8	221	51.0	88	43.6	42	35.6	130	40.6
Cicindelidae	24	9.8	16	8.5	40	9.2	5	2.5	5	4.2	10	3.1
Crysolmelidae	1	0.4	--	--	1	0.2	5	2.5	3	2.5	8	2.5
Cucujidae	1	0.4	--	--	1	0.2	--	--	--	--	--	--
Curculionidae	--	--	--	--	--	--	2	1.0	1	0.8	3	0.9
Elateridae	--	--	--	--	--	--	1	0.5	--	--	1	0.3
Geotrupidae	2	0.8	--	--	2	0.5	--	--	--	--	--	--
Inmaduros	60	24.6	43	22.8	103	23.8	78	38.6	43	36.4	121	37.8
Lycidae	1	0.4	1	0.5	2	0.5	--	--	--	--	--	--
Melolonthidae	--	--	--	--	--	--	--	--	1	0.8	1	0.3
Myxophaga	--	--	1	0.5	1	0.2	--	--	1	0.8	1	0.3
Nitidulidae	3	1.2	6	3.2	9	2.1	8	4.0	6	5.1	14	4.4
Scarabidae	22	9.0	16	8.5	38	8.8	2	1.0	7	5.9	9	2.8
Scolytidae	--	--	1	0.5	1	0.2	--	--	--	--	--	--
Staphylinidae	2	0.8	3	1.6	5	1.2	6	3.0	5	4.2	11	3.4
ND*	3	1.2	6	3.2	9	2.1	6	3.0	4	3.4	10	3.1
<b>Total</b>	<b>244</b>	<b>100</b>	<b>189</b>	<b>100</b>	<b>433</b>	<b>100</b>	<b>202</b>	<b>100</b>	<b>118</b>	<b>100</b>	<b>320</b>	<b>100</b>

\* No determinados a la fecha

El orden Collembola representó el 45.9% del total de especímenes capturados, con 5444 capturas durante el período de evaluación. El 82.3% de los Collembolos, se ubico dentro del subgrupo de los Poduromorpha (Tabla 6). Estadísticamente no se detectaron diferencias entre tratamientos ni entre semestres, sin embargo el tratamiento con insecticida presentó 1.7 veces más especímenes que el tratamiento sin insecticida (Tabla 4). La composición del orden Collembola en términos de los subgrupos establecidos por forma del cuerpo, exhibió una variación de 0.2, 143.6 y 3.8 veces para Entomobryomorpha, Poduromorpha y Eysymphyleona, respectivamente entre semestres (Tabla 6).

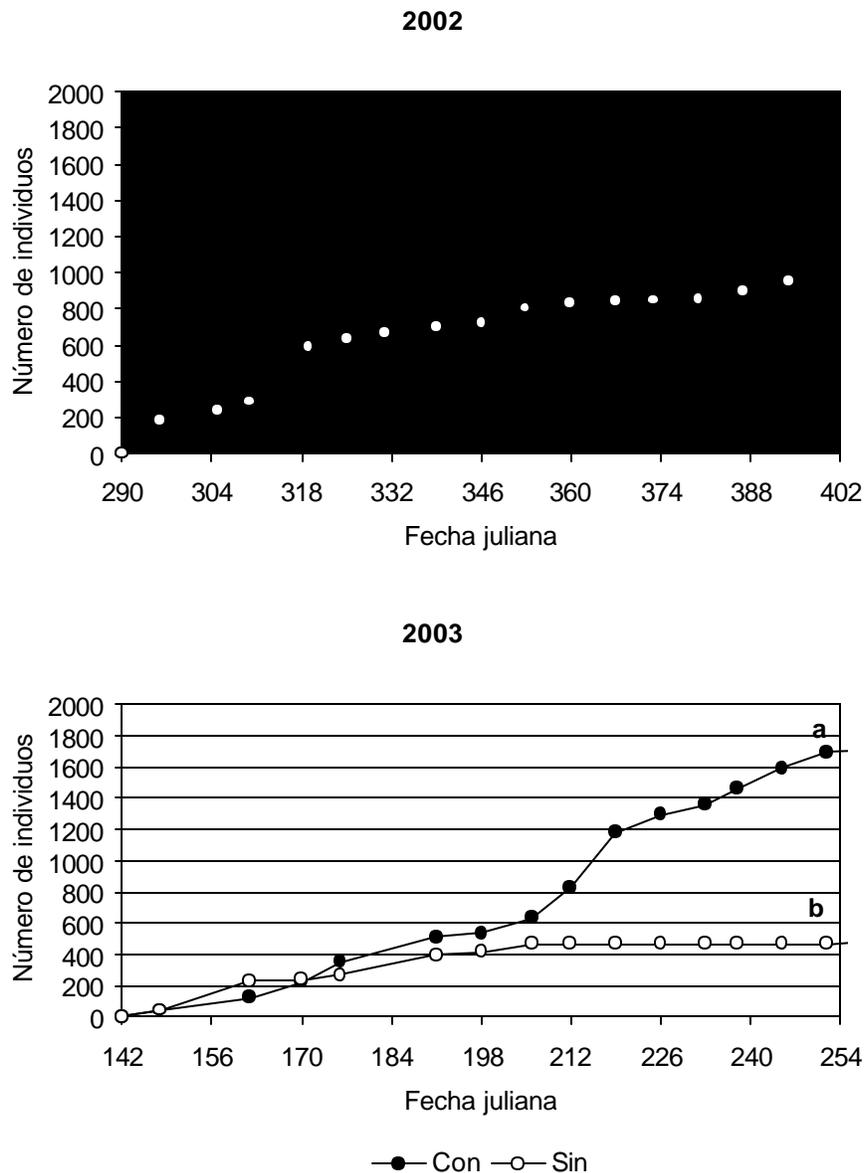
El orden Hemiptera presentó una abundancia de 229 individuos, representando el 1.9% del total de especímenes capturados. Estadísticamente no se detectaron diferencias entre tratamientos, pero si se detectaron entre semestres. El tratamiento con insecticida presentó 1.1 veces más capturas que el tratamiento sin insecticida. Dentro del orden Hemiptera, la familia Pyrrhocoridae fue la más importante con el 79.5% de especímenes, representada en su totalidad por el género *Dysdercus* (Tabla 7).

Durante la evaluación se capturaron 1269 especímenes del orden Hymenoptera, constituyendo el 10.7% del total de especímenes. Estadísticamente este orden no exhibió diferencias entre tratamientos ni entre semestres, sin embargo el tratamiento con insecticida presentó 1.4 veces menos capturas que el tratamiento sin insecticida (Tabla 4). Dentro de este orden, la familia Formicidae fue la más representativa con 1164 especímenes capturados, de los cuales el 58.4% corresponden a los capturados en el tratamiento sin insecticida.

**Tabla 6.** Número de individuos por subgrupo del Orden Collembola capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT

Familia	2002 B						2003 A					
	Con insecticida	%	Sin insecticida	%	Total	%	Con insecticida	%	Sin insecticida	%	Total	%
Entomobryomorpha	85	2.8	71	4.3	156	3.3	309	90.9	333	90.7	642	90.8
Poduromorpha	2921	94.9	1530	92.2	4451	94.0	13	3.8	18	4.9	31	4.4
Eysymphyleona	71	2.3	59	3.6	130	2.7	18	5.3	16	4.4	34	4.8
<b>Total</b>	<b>3077</b>	<b>100</b>	<b>1660</b>	<b>100</b>	<b>4737</b>	<b>100</b>	<b>340</b>	<b>100</b>	<b>367</b>	<b>100</b>	<b>707</b>	<b>100</b>

El análisis del área bajo la curva para el orden Acarina durante los dos semestre, exhibió diferencias estadísticas entre los tratamientos (Figura 7). Durante los dos semestres, el tratamiento que acumuló la mayor área bajo la curva fue maíz con insecticida.



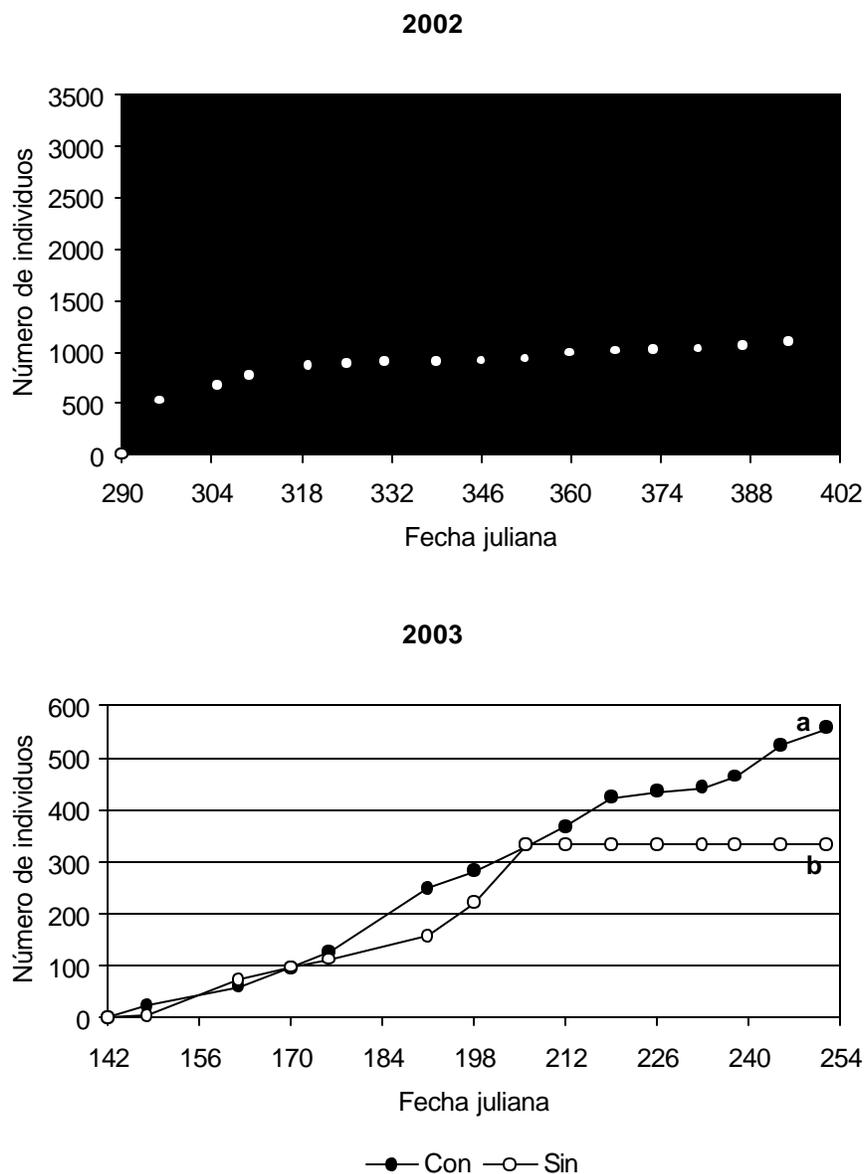
**Figura 7.** Área bajo la curva para el Orden Acarina en maíz con y sin insecticida, durante el 2002 B y 2003 A en el CIAT

**Tabla 7.** Número de individuos por familias del Orden Hemiptera capturados en trampas pitfall durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en maíz con y sin insecticida en el CIAT

Familia	2002 B						2003 A					
	Con insecticida	%	Sin insecticida	%	Total	%	Con insecticida	%	Sin insecticida	%	Total	%
Gelastocoridae	--	--	--	--	--	--	--	--	1	5.0	1	2.2
Inmaduros	--	--	--	--	--	--	9	34.6	9	45.0	18	39.1
Lygaeidae	1	1.1	1	1.1	2	1.1	--	--	--	--	--	--
Pentatomidae	--	--	--	--	--	--	4	15.4	1	5.0	5	10.9
Pyrrhocoridae	92	96.8	83	94.3	175	95.6	5	19.2	2	10.0	7	15.2
Reduviidae	1	1.1	2	2.3	3	1.6	4	15.4	--	--	4	8.7
Tingidae	1	1.1	2	2.3	3	1.6	3	11.5	2	10.0	5	10.9
ND*	--	--	--	--	--	--	1	3.8	5	25.0	6	13.0
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>100</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>183</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

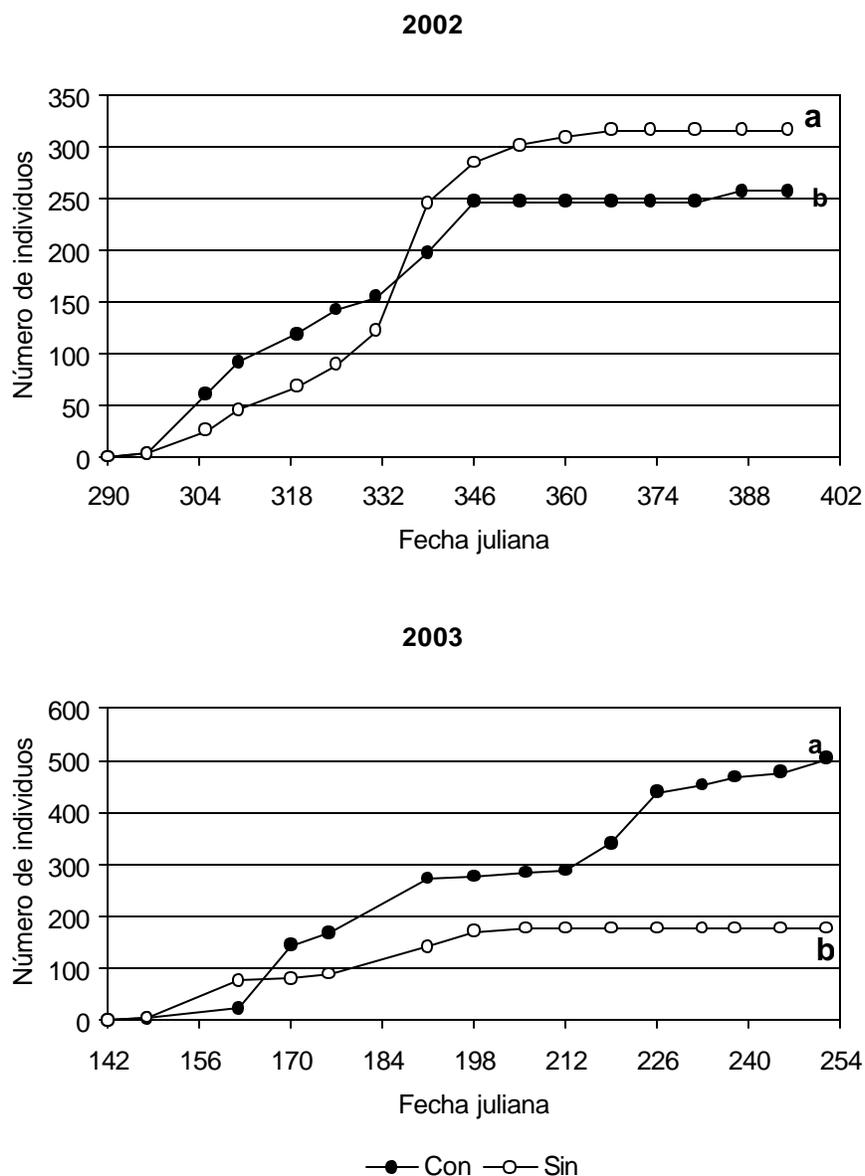
\*No determinados a la fecha

El análisis del área bajo la curva para el orden Collembola durante el período de evaluación, presentó diferencias estadísticas entre tratamientos (Figura 8). El tratamiento con insecticida fue el que acumuló la mayor área bajo la curva durante los dos semestres de evaluación



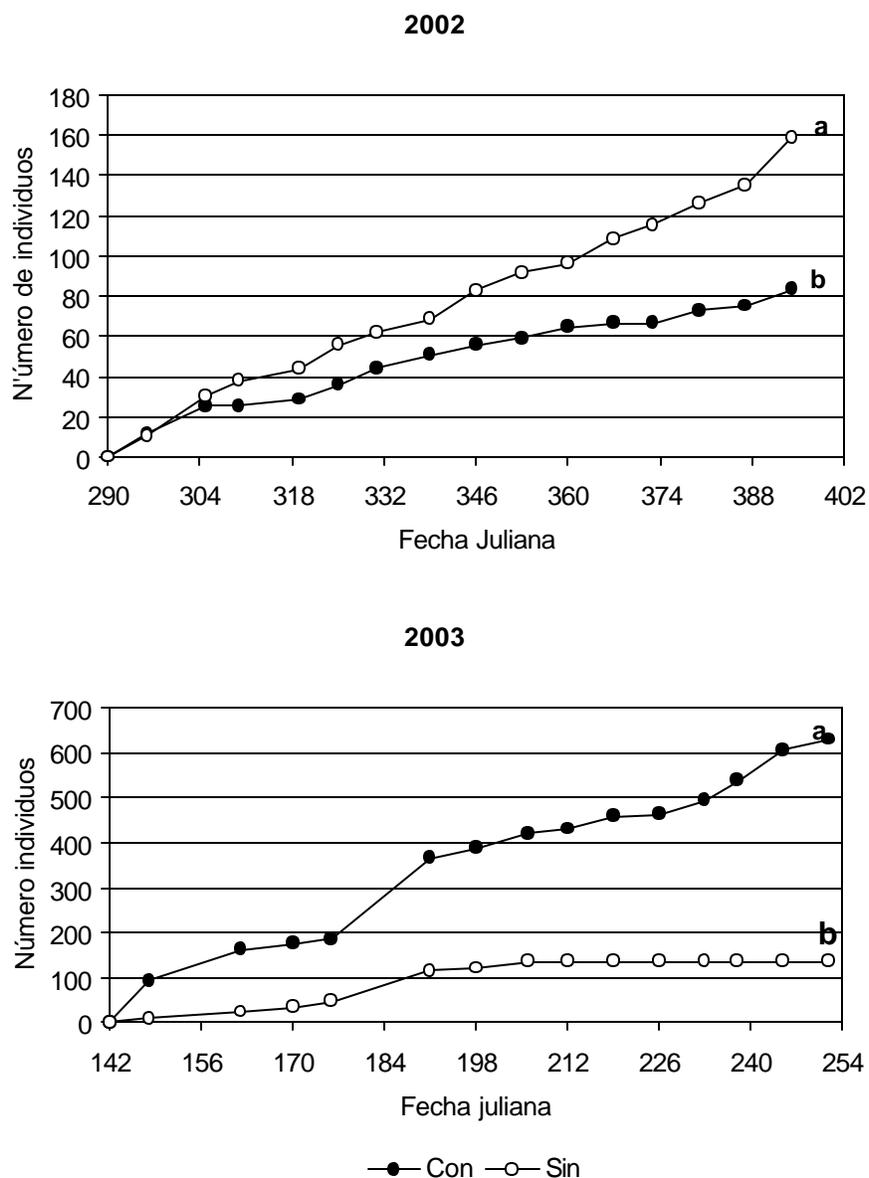
**Figura 8.** Área bajo la curva para el Orden Collembola en maíz con y sin insecticida, durante el 2002 B y 2003 A en el CIAT

El área bajo la curva del orden Coleoptera, presentó diferencias estadísticas entre tratamientos durante el período de evaluación. Adicionalmente, se observó una variación en el comportamiento de los tratamientos en términos del área bajo la curva. El tratamiento sin insecticida acumuló la mayor área durante el semestre B del 2002, sin embargo para el semestre A del 2003 el tratamiento con insecticida fue el que acumuló la mayor área bajo la curva (Figura 9).



**Figura 9.** Área bajo la curva para el Orden Coleoptera en maíz con y sin insecticida, durante el 2002 B y 2003 A en el CIAT

El área bajo la curva para Hymenóptera, presentó diferencias estadísticas entre tratamientos durante el período de evaluación. Durante el semestre B del 2002, el tratamiento sin insecticida fue el que acumuló la mayor área, comportamiento que difiere a lo observado para el semestre A del 2003, donde el tratamiento con insecticida acumuló la mayor área bajo la curva (Figura 10).



**Figura 10.** Área bajo la curva para el Orden Hymenóptera en maíz con y sin insecticida, durante el 2002 B y 2003 A en el CIAT

## 4.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES

La riqueza específica (S) entendida como el número total de ordenes capturados durante el período de evaluación, no exhibió diferencias estadísticas entre los tratamientos ni entre semestres. Desde el punto de vista de los índices de diversidad, el índice de Shannon no mostró diferencias estadísticas entre tratamientos pero si entre semestres, siendo 1.3 veces más diverso en términos de ordenes el semestre A del 2003. Para los demás índices (Margalef y Simpson), no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos, pero en términos de los semestres el índice de Simpson si exhibió diferencias estadísticas. Como complemento a estos índices de diversidad, se determinaron los índices de dominancia (Simpson) y de equidad, los cuales no mostraron diferencias estadísticas para el caso de los tratamientos. Pero al comparar entre semestres se detectaron diferencias estadísticas, siendo el índice de dominancia mayor para el semestre B del 2002, y para el caso del índice de equidad fue superior durante el semestre A del 2003 (Tabla 8).

Analizando los índices de similitud tenemos que: (1) los índices de Jaccard y Sorensen, presentaron el mismo comportamiento para la comparación entre tratamientos, estableciéndose que los ordenes fueron comunes en su totalidad para los dos tratamientos. Para el caso de los semestres, el tratamiento sin insecticida presentó los mayores valores para Jaccard y Sorensen con 1.1 y 1.0 veces más similitud que el tratamiento con insecticida, respectivamente; (2) el índice de Morisita, para el caso de los tratamientos fue 1.0 veces mayor para el semestre B del 2002, y para la comparación entre semestres fue 1.4 veces mayor en el tratamiento sin insecticida (Tabla 9).

**Tabla 8.** Índices de riqueza, diversidad, dominancia y equidad de especies de artrópodos, en maíz con y sin insecticida durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en el CIAT

Índices	Entre semestres		Entre tratamientos	
	B 2002	A 2003	Con insecticida	Sin insecticida
Riqueza (S)	12.88 a	13.38 a	13.00 a	13.25 a
Shannon	1.48 b	1.92 a	1.61 a	1.79 a
Margalef	1.76 a	2.06 a	1.85 a	1.98 a
Simpson	0.66 b	0.80 a	0.70 a	0.76 a
Dominancia*	0.34 a	0.20 b	0.30 a	0.23 a
Equidad	0.58 b	0.74 a	0.63 a	0.69 a

\* Dominancia de Simpson

Para cada fila los promedios seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes al  $P < 0.05$ . Las diferencias se determinaron con la prueba de Tukey-Kramer para comparaciones múltiples.

**Tabla 9.** Índices de similitud entre tratamientos y semestres para ordenes de insectos asociados con maíz con y sin insecticida durante el semestre B del 2002 y el semestre A del 2003 en el CIAT

Índice	Entre tratamientos <sup>1</sup>		Entre semestres <sup>2</sup>	
	2002-B	2003-A	Con insecticida	Sin insecticida
Jaccard	0.93	1.00	0.88	0.94
Sorensen	0.97	1.00	0.93	0.97
Morisita	0.97	0.94	0.61	0.85

<sup>1</sup>Compara entre con y sin insecticida para el semestre correspondiente

<sup>2</sup>Compara comportamiento entre semestres para un tratamiento

## 5. CONCLUSIONES

- ?? Durante los dos ciclos de evaluación se capturaron en total 11850 especímenes, de los cuales el 38.1% pertenecen a la clase taxonómica Insecta.
- ?? Solo los ordenes Acarina y thysanoptera exhibieron diferencias estadísticas entre tratamientos.
- ?? Los ordenes Aranae, Diplopoda, Díptera, Hemiptera y Thysanoptera, presentaron diferencias estadísticas entre semestres.
- ?? En términos generales todos los ordenes exhibieron una disminución en el número de especímenes capturados entre un semestre y otro. Solo Diplopoda y Díptera presentaron un incremento en el número de capturas.
- ?? El 58.7% del total de los especímenes fueron capturados en el tratamiento con insecticida.
- ?? El orden Collembola con 5444 especímenes fue el más abundante, seguido en abundancia por Acarina, Hymenóptera, Araneae y Coleoptera.
- ?? El orden Collembola, exhibió como subgrupo más abundante a Poduromorpha con el 65.5% de individuos capturados en maíz con insecticida, y el 34.5% en maíz sin insecticida.
- ?? Para el Orden Coleoptera, *Calosoma granulatum* fue la especie más abundante en los tratamientos con y sin insecticida con el 62.9 y 37.1%, respectivamente.

- ?? La especie *Dysdercus* sp (Hemiptero), fue 1.1 veces más abundante en el tratamiento con insecticida.
- ?? La familia Formicidae, fue la más abundante dentro del Orden Hymenoptera con el 58.5% de los especímenes capturados en el tratamiento sin insecticida.
- ?? El área bajo la curva para los ordenes Acarina, Collembola, Coleoptera, Hymenoptera y Coleoptera, exhibió diferencia estadística entre tratamientos durante los dos semestres de evaluación.
- ?? El tratamiento con insecticida fue el que presentó los valores más altos en términos del área acumulada, para los ordenes Acarina y Collembola durante los dos semestres de evaluación.
- ?? Para Coleoptera e Hymenóptera, durante el 2002 el área bajo la curva fue mayor para el tratamiento sin insecticida, comportamiento que vario durante el 2003 donde el tratamiento con insecticida acumuló la mayor área bajo la curva.
- ?? El índice de riqueza (S), no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos ni entre semestres.
- ?? El tratamiento sin insecticida, presentó unos valores superiores 1.79, 1.98 y 0.76 para cada uno de los índices calculados Shannon, Margalef y Simpson, respectivamente.
- ?? El semestre A del 2003, presentó los valores más altos 1.92, 2.06 y 0.80 para cada uno de los índices calculados Shannon, Margalef y Simpson, respectivamente.

- ?? Los índices de diversidad y dominancia, no presentaron diferencias estadísticas entre tratamiento, pero si entre semestres.
  
- ?? Los índices de similitud para la comparación entre tratamientos, mostraron que durante el semestre A del 2003 los géneros fueron 100% comunes para los dos tratamientos.
  
- ?? Para los semestres, el tratamiento con insecticida fue el que presentó los valores más altos, alcanzando un 97% de similitud en los géneros capturados en el tratamiento con insecticida durante el período de evaluación.

## 6. RECOMENDACIONES

- ?? Considerando la importancia de los artrópodos del suelo, se deben continuar las investigaciones tendientes a establecer el efecto del uso continuo de insecticidas aplicados al suelo sobre las poblaciones no-blanco.
  
- ?? Con el propósito de disminuir el efecto de la estacionalidad sobre las poblaciones evaluadas, es recomendable para estudios futuros implementar evaluaciones por un año más para poder comparar entre semestre iguales, facilitando la interpretación de la información.

## BIBLIOGRAFÍA

**BORROR, DONALD J., TRIPLEHORN, CHARLES A. AND JOHNSON, NORMAN F. 1989.** An Introduction to the Study of Insects. Ed 6. Saunders College Publishing. 875 p.

**CORDOBA GRANOBLES, C. E. 1998.** Reconocimiento de especies hospederas del complejo viral del maíz (*Zea mays* L.) transmitido por *Peregrinus maidis* (Ashmead). Documento de Trabajo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira p. 18.

**CORPOICA 1998.** Manejo Tecnológico de los cultivos de sorgo y maíz. Ibagué. 44 p.

**DOLES, JENNIFER L.; ZIMMERMAN, RICK J. AND MOORE, JOHN C. 2001.** Soil microarthropod community structure and dynamics in organic and conventionally managed apple orchards in Western Colorado U.S.A. En: Applied Soil Ecology. 18 (1). p 83–96

**ECA(Edafología Ciencias Ambientales) 2001.** El suelo como hábitat [En línea] 2001.<<http://www.unex.es/edafo/ECAL6Fauna.htm>>[Consulta: 28 de marzo de 2003]

**GARCÍA ROA, F. 1996.** Integración de métodos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **EN:** Boletín Sanidad Vegetal: División de Sanidad Vegetal. Unidad de Proyectos de Prevención. Ed 1º. No. 13 Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Maíz y Sorgo. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Palmira. 171 p.

**GRANDETT, LILIANA M Y NOVOA, RAFAEL 1995.** Efecto del encalamiento en el rendimiento del grano de maíz y en la biología de *Eutheola bidentata* Burmeister en los suelo sulfatados ácidos de la pozona. p. 25-26. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo), Universidad de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de ingeniería agronómica.

**INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS 2002.** Quinta actualización. Bogotá D.C, ICONTEC,

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. 2003.** Diversidad de insectos en Colombia. [En línea]. <<http://www.humboldt.org.co/insectos/trampas.html>>[Consulta: 13 de Mayo de 2003].

**JARAMILLO ACEVEDO, EFRÉN. 1997.** Determinación de la artropofauna bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB) en la Región de Monteleón, Manizales. [En línea]. Fitocenia. N.6. Entomología. <<http://ciagrope.tripod.com/fitote06.html>> [Consulta: 28 de marzo de 2003].

**JORDANA BUTTICAZ, R. 1996.** Ecología y aspectos funcionales de la biodiversidad en el suelo. [En línea]. Agricultura. Ecología y Desarrollo Rural. <<http://www.agroecologia.net/congresos/pamplona/20.pdf>> [Consulta: 30 de Abril de 2003]

**KIRSTEN, PROBST., PULSCHEN, L., SAUERBORN, J. Y ZEBITZ,C.P.W. 1999.** Influencia de varios regímenes de uso de plaguicidas sobre la entomofauna de tomate en las tierras altas del Ecuador. [En línea]. En: Manejo Integrado de Plagas. <<http://www.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip54/art8-c.htm#Principales>> [Consulta: 28 de marzo de 2003]

**MARASAS, M.E; SARANDON, S.J AND CICCHINO, A.C. 2001.** Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. En: Applied Soil Ecology. 18 (1). p 61–68.

**ORTEGA, ALEJANDRO. 1987.** Insectos nocivos del maíz: una guía para su identificación en el campo. México, D.F.: CIMMYT. 106 p.

**OSPINA, JOSÉ GABRIEL 1999.** Tecnología del cultivo de maíz. Santa Fe de Bogotá: Promedios. 335 p.

**PARIS, V. 1979.** Biología y Ecología del Suelo. Barcelona, Blume. 169 p.

**POSADA, O. L. 1989.** Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. Ed. 4 Bogotá, ICA.. Boletín Técnico No. 43. p. 662.

**RAW, F. 1971.** Artrópodos (Excepto Acaros y Collémbolos) Barcelona, Omega. 422 p.

**RODAS R., JORGE ADOLFO; RUIZ N., RAMIRO E., QUIROGA M., RICARDO R. 1994.** Análisis del uso de los insecticidas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Municipio de Villaflores, Chiapas, México. EN: Avances de investigación en ciencias agronómicas, Villaflores, Chiapas. V. 1, p. 37-43

**RODRÍGUEZ CH., JAIRO 2001.** Biología comparada de tres especies de salivazo del género *Zulia* (Homoptera: Cercopidae). p. 25. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo), Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Agronómica.

**ROSS, H. H. 1956.** Textbook of Entomology. New York. John Wiley and Sons. 536 p.

**SERNA C., FRANCISCO J. 1996.** Entomología general: Guías para reconocer ordenes y familias. Medellín. 110 p.

**VÉLEZ, A. R. 1989.** Catálogo del museo de entomología “Francisco Luis gallego”. Universidad Nacional de Colombia. Seccional Medellín. Medellín. p. 87.

**ZANIN, IVO; ARAYA, JAIME E.; VALDIVIESO, CRISTIAN 1995.** Comparaciones de la entomofauna epigea en los cultivos asociados de maíz y frijol. Investigación Agrícola Vol 15 Resumen [En línea]. <[http://www.uchile.cl/facultades/cs\\_agronomicas//publicaciones/iagricola/vol15/15p6.html](http://www.uchile.cl/facultades/cs_agronomicas//publicaciones/iagricola/vol15/15p6.html)> [Consulta: 20 de Marzo de 2003]. ISSN 0304-5617

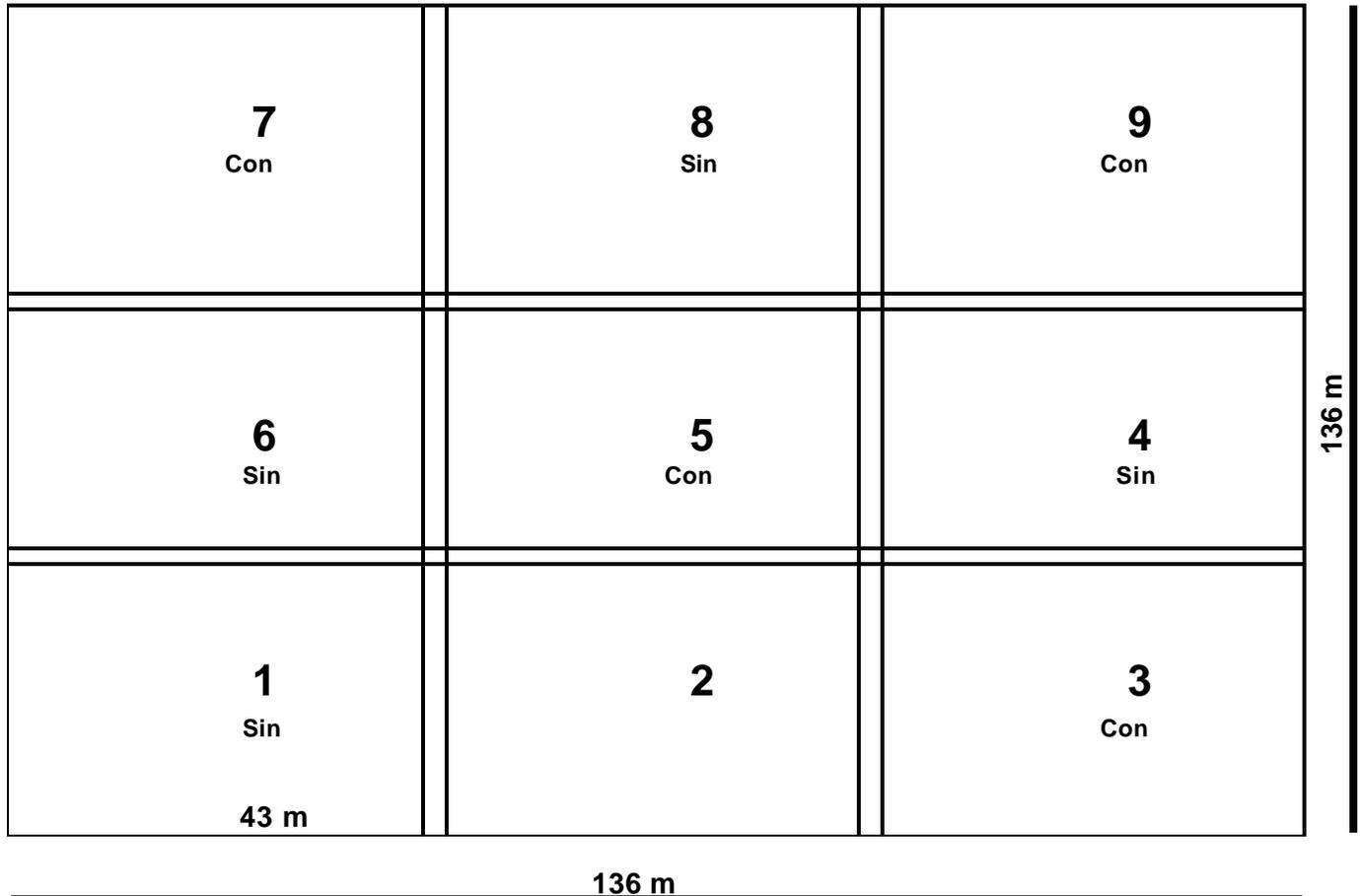
# **ANEXOS**

**ANEXO A.** Aspectos agronómicos del híbrido Máster (maíz amarillo)

Días a floración femenina		53
Días a cosecha		120-130
Altura de las plantas	cm	273.8
Altura de la mazorca	cm	132.4
Prolificidad		1.16
Número de hojas		13 – 14
Color de la tuza		Blanca
Color del grano		Amarillo
Tipo de grano		semicristalino
Resistencia al volcamiento		1.06
Volcamiento del tallo	%	0.4
Volcamiento de la planta	%	0.1
Mazorca descubierta	%	0.5
Longitud de mazorca	cm	17
Diámetro de mazorca	mm	63
Número de hileras		15

**ANEXO B.** Distribución de 2 tratamientos y 4 repeticiones en un diseño completamente al azar

**Canal**



**ANEXO C. Hoja técnica del insecticida****LORSBAN 480 EC****Descripción**

Insecticida fosforado. Se aplica en pulverizaciones previa mezcla en agua. Es recomendable preparar previamente una mezcla en un volumen reducido de agua agitando continuamente y luego agregar el resto del agua al tanque. Es medianamente tóxico.

**Ingrediente activo**

Clorpirifos

**Presentaciones**

250 ml

1 litro

4 litros

**Usos y dosis****MAIZ, SORGO, ARROZ**

Cogollero: Spodoptera frugiperda

Dosis: 0.7 – 1 litro/Ha

**MAIZ**

Gusanos de tierra: Agrotis sp, Feltia sp

Dosis: 1 – 1.5 litros/Ha

