

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
COORDINACIÓN DE POSGRADO



**Fluctuación de la población de “gallina ciega” (Coleóptera:
Melolonthidae) en dos sistemas de manejo para la producción de maíz en
Michoacán.**

ING. SILVIA ESPERANZA PÉREZ AGIS.

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

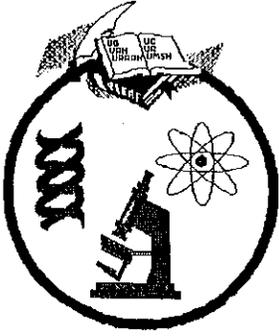
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

EN:

PARASITOLOGIA AGRICOLA

ZAPOPAN, JALISCO, FEBRERO DE 2001



POGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

PICAF

Esta tesis titulada "Fluctuación de la población de "gallina ciega" en dos sistemas de manejo para maíz en Michoacán", fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:



UAA



UAAAN



UdeC



UdeG



UMSNH

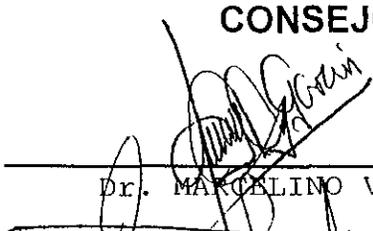


UAN

MAESTRIA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CONSEJO PARTICULAR

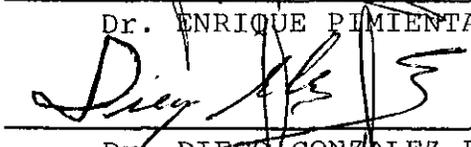
TUTOR:


Dr. MARCELINO VÁZQUEZ GARCÍA

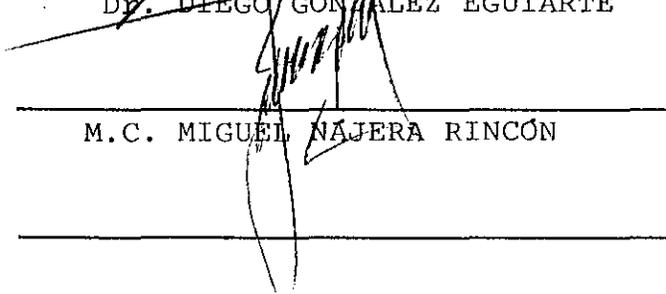
ASESOR:


Dr. ENRIQUE PIMIENTA

ASESOR:


Dr. DIEGO GONZÁLEZ EGUIARTE

ASESOR:


M.C. MIGUEL NAJERA RINCÓN

ASESOR:

Zapopan, Jal., febrero de 2001

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar las gracias a los profesores del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara por sus consejos, especialmente al Dr. Marcelino Vázquez García con quién siempre conté como tutor y maestro.

Quiero hacer explícito mi agradecimiento a Miguel Nájera Rincón y a su centro de trabajo, el CENAPROS, ya que sin su apoyo y voluntad no hubiera terminado esta investigación.

Finalmente agradezco a todos mis compañeros de trabajo y amigos que me apoyaron y estimularon para continuar en este camino, especialmente a Marta Astier de GIRA, A.C. y Sergio Zamudio del Instituto de Ecología A.C., quienes me facilitaron todas las condiciones para realizar la presente investigación.

A Marta Astier por haberme dado la oportunidad de utilizar su parcela experimental para recoger la información que dió sustento a esta investigación, por su amplia disposición para la colaboración

A los Doctores Enrique Pimienta Barrios y Diego Raymundo González Eguiarte por la atinada revisión de este trabajo.

Asimismo a los demás profesores del Posgrado Interinstitucional de Ciencias Agrícolas y Forestales (PICAF) quienes siempre me dieron soporte y críticas a mi trabajo durante las evaluaciones semestrales.

*Dedico este trabajo a mi hermosa familia,
por tolerar mis ausencias y por contar
con su apoyo incondicional,
a mi madre Esperanza Agis Peña,
a mi compañero Manuel Correa
a mis hijas Zzabi, Deni,
Urani, a mi hijo Yarín y
a mi hermano Froylán.*

*Estamos de acuerdo en que el valor de la diversidad
biológica es universal e intrínseco*

Naess, 1986.

CONTENIDO

RESUMEN

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FIGURAS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	
2.1 Principios básicos de teoría de sistemas.....	4
2.2 Agroecosistemas.....	4
2.3 Impacto de agroecosistemas especializados sobre fitófagos	5
2.4 Manejo de plagas rizófagas.....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 Descripción zona de estudio.....	9
3.2 Características del sistema de manejo para la producción de maíz.....	11
3.3 Ciclo del cultivo	12
3.4 Parcelas experimentales.....	12
3.5 Muestreo Entomológico.....	13
3.6 Caracterización del sistema agrícola	14
3.7 Análisis de datos	14
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	17
4.1 Descripción de los sistemas de manejo convencional y alternativo.....	17
4.2 Determinación taxonómica y fluctuación poblacional de macroartrópodos edafícolas.....	19
4.2.1 Composición y distribución de coleópteros	21
4.2.2 Parámetros de dinámica de poblaciones de coleópteros	28
4.2.3 Composición de macro artrópodos edafícolas.....	35
4.3 Composición y distribución de la familia Melolonthidae	37
4.3.1 Estimación de diferencias significativas entre medias de género	41
4.4 Fluctuación de la población de la comunidad de melolóntidos	45
4.5 Composición de la familia Melolonthidae y su relación con el agroecosistema	56
4.5.1 Estructura de la comunidad de melolóntidos	56
4.5.2 Diversidad y abundancia de los géneros de melolóntidos	61
4.5.3 Incremento de la biodiversidad y su efecto en el agroecosistema	62
5 CONCLUSIONES.....	64
6 LITERATURA CITADA	66
ANEXOS	
Anexo 1. Guía de encuesta para el sistema de producción agrícola	70
Anexo 2. Base de datos de la determinación de artrópodos	72
Anexo 3. Cálculo de índice de diversidad y equitatividad de Simpsons.....	78
Anexo 4. Descripción genérica de la familia Melolonthidae.....	82

Lista de Cuadros

1. Definiciones básicas para caracterizar un sistema	4
2. Lista de prácticas culturales y su efecto sobre plagas.....	7
3. Relación de índices de diversidad y equitatividad	16
4. Composición de comunidades por tratamiento 1998-99.....	20
5. Composición de coleópteros por tratamiento 1998-99	21
6. Diferencias entre pares de medias.....	22
7. Composición de coleópteros bajo cultivo de maíz	23
8. Diferencia entre pares de medias temporada abril – octubre	23
9. Composición de coleópteros después de la cosecha de maíz	24
10. Diferencia entre pares de medias de melolóntidos noviembre – marzo	24
11. Diversidad de coleópteros en T0	29
12. Diversidad de coleópteros en TC	30
13. Diversidad de coleópteros en Ai	31
14. Diversidad de coleópteros en Aa	32
15. Diversidad de coleópteros en Vi	33
16. Diversidad de coleópteros en Va	34
17. Indicadores de diversidad de coleópteros	35
18. Concentrado de la determinación taxonómica de la familia Melolonthidae.....	40
19. Medias del genero <i>Anomala</i> por tratamiento	41
20. Diferencia entre pares de medias del genero <i>Anomala</i>	42
21. Medias del genero <i>Diptotaxis</i> por tratamiento	42
22. Diferencia entre pares de medias del genero <i>Diptotaxis</i>	43
23. Medias del genero <i>Phyllophaga</i> por tratamiento	43
24. Diferencia entre pares de medias del genero <i>Phyllophaga</i>	44
25. Diversidad de melolóntidos en T0.....	46
26. Diversidad de melolóntidos en TC.....	48
27. Diversidad de melolóntidos en Ai.....	50
28. Diversidad de melolóntidos en Aa.....	51
29. Diversidad de melolóntidos en Vi.....	53
30. Diversidad de melolóntidos en Va.....	55
31. Relación entre el sistema de labranza y <i>Phyllophaga</i> spp.....	58
32. Relación entre cobertura del suelo e incidencia de <i>Phyllophaga</i> spp.....	59

Lista de Figuras

1. Componentes de un agroecosistema	5
2. Servicios ecológicos de los cultivos de cobertura	7
3. Localización de la región Purhepecha, Michoacán	9
4. Distribución de cultivos anuales. Mpio. Salvador Escalante, Mich.....	11
5. Distribución de parcelas en el lote experimental. Ejido Casas Blancas, Mich.....	13
6. Sistema convencional de “año y vez”	18
7. Sistema alternativo de “año y vez”	19
8. Composición de Ordenes y tratamiento.....	20
9. Composición de coleópteros edafícolas	22
10. Familias de coleópteros edafícolas en cultivo de maíz convencional (TC)	25
11. Familias de coleópteros edafícolas en cultivo de maíz (T0)	25
12. Familias de coleópteros edafícolas en gramínea incorporada (Ai)	26
13. Familias de coleópteros edafícolas en gramínea acolchada (Aa)	26
14. Familias de coleópteros edafícolas en leguminosa incorporada (Vi)	27
15. Familias de coleópteros edafícolas en leguminosa acolchada (Va)	27
16. Abundancia relativa de coleópteros en maíz (T0).....	29
17. Abundancia relativa de coleópteros en maíz convencional (TC).....	30
18. Abundancia relativa de coleópteros en maíz – avena incorporada (Ai).....	31
19. Abundancia relativa de coleópteros en maíz – avena incorporada (Ai)	32
20. Abundancia relativa de coleópteros en maíz – vicia incorporada (Vi).....	33
21. Abundancia relativa de coleópteros en maíz – vicia incorporada (Va).....	34
22. Distribución anual de larvas y adultos de melolóntidos en T0.....	37
23. Distribución anual de larvas de melolóntidos en TC.....	38
24. Distribución anual de larvas de melolóntidos en Ai.....	38
25. Distribución anual de larvas y adultos de melolóntidos en Aa.....	39
26. Distribución anual de larvas y adultos de melolóntidos en Vi.....	39
27. Distribución anual de larvas y adultos de melolóntidos en Va.....	40
28. Fluctuación de la población por géneros en T0	45
29. Abundancia relativa de melolóntidos en T0.....	46
30. Fluctuación de la población por géneros en T0	47
31. Abundancia relativa de melolóntidos en TC.....	48
32. Fluctuación de la población por géneros en Ai	49
33. Abundancia relativa de melolóntidos en Ai.....	50
34. Fluctuación de la población por géneros en Aa	51
35. Abundancia relativa de melolóntidos en Aa.....	52
36. Fluctuación de la población por géneros en Vi.....	53
37. Abundancia relativa de melolóntidos en Vi.....	54
38. Fluctuación de la población por géneros en Va.....	54
39. Abundancia relativa de melolóntidos en Va.....	55
40. Efectos de la intensificación agrícola en artrópodos	62

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el Ejido Casas Blancas localizado en la cuenca alta de Pátzcuaro – Zirahuén. El objetivo fue comparar la fluctuación de la población de “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) en dos sistemas de manejo diferentes para la producción de maíz, uno de producción convencional y otro alternativo con cuatro variantes. Se planteó como hipótesis que la introducción de cultivos de cobertura influye directamente en la población de “gallina ciega” y que la diversificación del sistema convencional favorece la presencia de macroentomofauna benéfica. La investigación se realizó en un experimento de campo con seis tratamientos distribuidos al azar y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: dos testigos de maíz producido convencionalmente, 1) maíz en monocultivo fertilizado únicamente con una dosis de fósforo 0-46-0 (TO) y 2) maíz en monocultivo con una dosis de fertilizante 200-171-0 (TC). Cuatro tratamientos alternativos que incluyeron la rotación del maíz con un cultivo de cobertura, que se aplicó como abono verde para cubrir la demanda de nitrógeno del maíz, 1) maíz fertilizado con una dosis de 0-171-0 con rotación de avena (*Avena sativa*) aplicada como abono verde acolchado (Aa), 2) maíz fertilizado con una dosis de 0-171-0 con rotación de avena aplicada como abono verde incorporado (Ai), 3) maíz fertilizado con una dosis de 0-171-0 con rotación de ebo (*Vicia sativa*) aplicado como abono verde acolchado (Va) y maíz fertilizado con una dosis de 0-171-0 con rotación de ebo aplicada como abono verde incorporado (Vi). El muestreo se realizó en cepellones de 30 cm x 30 cm x 30 cm de suelo, se seleccionaron macroartrópodos edafícolas de 5 mm a 3 cm de longitud, para la fijación de las muestras se empleó solución PAMPEL. El análisis de datos consistió en la determinación taxonómica de los estados larvarios de “gallina ciega” hasta género, la determinación de macroartrópodos hasta familia y género cuando fue posible, aplicación de la prueba de *t* de Fisher para muestras pequeñas, cálculo del índice de diversidad y equitatividad de Simpson y análisis de la riqueza y abundancia de géneros. Los resultados fueron: i) la rotación del cultivo de maíz con cultivos de cobertura incrementa la diversidad entre especies de macroartrópodos edafícolas coleópteros y melolontidos y mejora la equitatividad entre las mismas, en comparación con el monocultivo de maíz, ii) cuando se rota con una gramínea (*A. sativa*) aumenta la diversidad y disminuye la equitatividad ya que se hace más dominante *Anomala* ocupando el 85% de abundancia relativa dentro de la comunidad de melolontidos. iii) cuando se rota con una leguminosa (*V. sativa*) aumenta la diversidad y mejora la equitatividad entre las especies, especialmente cuando la leguminosa se acolcha, ya que, disminuye la abundancia de *Anomala* y *Diplotaxis* iv) al considerar el nivel de regulación de *Anomala* como principal plaga rizófaga del maíz, el manejo de cultivos de cobertura y rendimiento del maíz, el mejor tratamiento fue cuando la leguminosa se incorpora y se emplea como fuente de nitrógeno entonces, *Anomala* reduce su nivel de abundancia en un 35% y el rendimiento de maíz se incrementa ligeramente de 1.5 ton/ha a 1.8 ton/ha.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional uno de los principales problemas del cultivo de maíz es el daño provocado por plagas rizófagas. De los organismos que han sido reportados y documentados, las principales causantes son las larvas del género *Phyllophaga spp.* (Coleptera: Melolonthidae), también conocidas como “gallina ciega” gusano blanco o “yupo”.

Este problema alcanza grandes proporciones, en la región centro del estado de Jalisco, una de las principales zonas productoras de maíz, se ha reportado que 36% de la superficie está afectada por esta plaga, lo que representa 220,000 hectáreas con algún tipo de daño (Nájera, 1993).

En el Estado de Michoacán, en la región centro occidente donde se concentra el 50% de la superficie con dicho cultivo (190,000 hectáreas), los investigadores de INIFAP han reportado al “yupo” como una de las principales plagas del mismo (Nájera, 1998). A nivel regional, en la zona de influencia del Distrito 091 de la SAGAR, que abarca los municipios de Salvador Escalante, Ario de Rosales, Tingambato, Pátzcuaro, Erongaricuaru, Quiroga y Tzintzuntzan, se estima que aproximadamente el 30% de la superficie presenta el mismo problema. El daño varía según la región, la intensidad de ataque y la especie. En Jalisco, fluctúa entre 350 - 1500 kg/ha (Nájera, 1993), en Tamaulipas, entre 400 – 1029 kg/ha y en Chiapas, de 500 kg/ha (Castro *et al.*, 1998).

De manera convencional, este problema se ha tratado mediante la aplicación de insecticidas granulados entre los que destacan los organofosforados: isofenfos, fonofos, terbufos, clorpirifos y carbamatos como carbofuran, lo que ha provocado que la plaga desarrolle resistencia¹ y un incremento en su ataque.

Desde el punto de vista agroecológico la alta incidencia de plagas es una manifestación del desequilibrio en el sistema de producción (Altieri y Rosset, 1996). Actualmente es aceptado, que el sistema de manejo en la agricultura comercial, es la causa del incremento de plagas, algunas de las prácticas que más influyen son:

- La siembra ininterrumpida del monocultivo y la reducción de la biodiversidad.
- El mantenimiento de la fertilidad del suelo a base de fertilización química y labranza mecánica.
- La aplicación de químicos como principal forma de control de las plagas y enfermedades.

Ante el fracaso de los sistemas de producción altamente especializados y artificiales, hay una tendencia por generar sistemas de producción mas amigables con el medio ambiente y la salud humana, por lo que numerosos investigadores (Nestel *et al.*, 1993; Lavelle *et al.*, 1994; Carrillo *et al.*, 1997; Nájera, 1997; Morón *et al.*, 1998) están dirigiendo su atención al estudio de la de la diversificación y sus efectos en el reciclaje de nutrimentos e impacto

¹ Nájera, 1993 reportó que en la región productora de maíz de Jalisco la “gallina ciega” presentaba resistencia a estos insecticidas por los mecanismos de oxidasas, esterases, fosfatases y acetil colinesterasa.

sobre las plagas, ampliando la visión, productivista y reduccionista, de la investigación agrícola convencional .

Altieri y Rosset (1996), sostienen que en los nuevos sistemas de producción de alimentos, es necesaria la reinstalación de una racionalidad ecológica, con una perspectiva tecnológica que promueva el equilibrio socioambiental, mantenga buenos rendimientos, conserve la fertilidad del suelo y regule las plagas biológicamente.

Desde la perspectiva de las ciencias agrícolas, la mayoría de estudios sobre plagas giran alrededor de la biología del fitófago, dejando a un lado el estudio preciso de factores ecológicos, la interacción entre enemigos naturales – plaga y de la fauna asociada (Lavelle *et al.*, 1994; Nájera y Valdéz, 1997; Carrillo *et al.*, 1997; Altieri y Nicholls, 1999). Dada la importancia de sistemas en monocultivo, la mayoría de los estudios entomológicos se centran en sistemas poco diversificados, por lo que la diversidad de las comunidades de macro artrópodos es un tema poco frecuente, sin embargo, a partir del impacto de la “labranza de conservación” se están documentando sus efectos sobre plagas rizófagas con énfasis en *Phyllophaga spp.*

La presente investigación se concentra en los efectos en la dinámica poblacional de la comunidad de coleópteros y melolóntidos edafícolas, en seis sistemas de producción de maíz, dos convencionales y cuatro alternativos. Los sistemas se distinguen por i) el tipo de insumos que emplean para la fertilización y siembra, ii) las prácticas para la conservación del agroecosistema (prácticas de labranza, periodo en descanso, manejo de diversidad de especies vegetales, eficiencia en el empleo de tierra).

El sistema agrícola con manejo convencional se caracteriza por basar la fertilidad del suelo en la aplicación de fertilizante químico, cultiva principalmente maíz blanco en condiciones de monocultivo, emplea tracción mecánica para el barbecho y la cruz, tracción animal para el resto de las labores y acorta el periodo de descanso tradicional. Los objetivos del sistema convencional son la producción para el autoabasto y los ingresos monetarios por la venta de excedentes.

Los sistemas agrícolas alternativos se caracteriza por basar la fertilidad en la aplicación de abonos verdes como fuente de nitrógeno, para ello se rota el maíz con la siembra de cultivos de cobertura (CC) durante el ciclo otoño – invierno, las plantas del CC se cortan cuando alcanzan el 20% de floración y se aplica como abonos verdes de dos formas: una es acolchado dejando las plantas sobre la tierra y con labranza mínima para la siembra del maíz y la otra es incorporando las plantas a la tierra mediante un ligero rastreo con labranza convencional para la siembra de maíz. Los CC tienen doble propósito como abono verde y protección contra la erosión eólica durante los periodos de descanso. Las especies que se emplearon fueron *Avena sativa* y una leguminosa *Vicia sativa*. El cultivo principal es el maíz con empleo de tracción animal. Sus objetivos son autoabasto de granos básicos para la familia, aumento y conservación de la fertilidad del suelo, disponibilidad de forraje de mejor calidad en temporada de escasez.

El estudio se enfocó en la descripción de la fluctuación poblacional de macroartrópodos edafícolas con énfasis en coleópteros y el complejo "gallina ciega" (Coleoptera:

Melolonthidae) en los sistemas agrícolas con manejo convencional y con manejo alternativo. Se planteo como hipótesis que la introducción de CC en el sistema de manejo convencional en Casas Blancas, Michoacán, influye directamente sobre la población de macroartrópodos edafícolas y que la diversificación vegetal facilita las condiciones para aumentar la población de organismos benéficos en el suelo y con ello regular la presencia de plagas rizófagas.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Principios básicos de la teoría de sistemas.

Convencionalmente, el enfoque para el estudio de la agricultura se basa en el estudio de cuestiones específicas (el suelo - la planta - la enfermedad - las plagas, etc.) dejando a un lado el proceso de adopción, los efectos de fuerzas externas y el impacto negativo posterior. El resultado de este enfoque ha provocado grandes fracasos agrícolas a nivel nacional. Ante los resultados poco exitosos de esta forma de planear el desarrollo agrícola, actualmente se ha introducido el concepto de *sistema* para comprender mejor los procesos de producción agropecuaria y su potencial de desarrollo.

Según Hart (1985), el concepto de *sistema* se empezó a emplear en ecología para tratar de interpretar la forma en que se relacionan los individuos y los efectos de agentes bióticos y abióticos en un área determinada. Los conceptos básicos que se emplean se definen en el Cuadro 1. La caracterización inicia por la definición del límite del sistema, continúa con conocer los elementos que lo componen, identificar las entradas y salidas del sistema y las interacciones entre los elementos.

Cuadro 1. Definiciones básicas para caracterizar un sistema

<p>Sistema: Es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de elementos unidos o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo. Los sistemas se caracterizan por su <i>estructura y función</i>. La estructura está relacionada con el arreglo de los componentes que lo forman y tienen una relación con "como actúa" el sistema. La función esta determinada por el flujo de cada componente dentro del sistema. El sistema es un arreglo de los siguientes componentes:</p> <p>Elementos: Son los elementos básicos que funcionan por si mismos dentro del sistema (ej. Ganado, cultivo).</p> <p>Interacción: Es lo que proporciona las características de estructura a la unidad y su forma.</p> <p>Entradas y salidas: Son los flujos que entran y salen de la unidad, el flujo da funcionalidad a un sistema.</p> <p>Límites: Se definen por el tipo de interacción entre componentes y nivel de control sobre entradas y salidas. Estos se definen cuando el sistema no tiene control sobre determinados componentes.</p>
--

2.2 Agroecosistemas

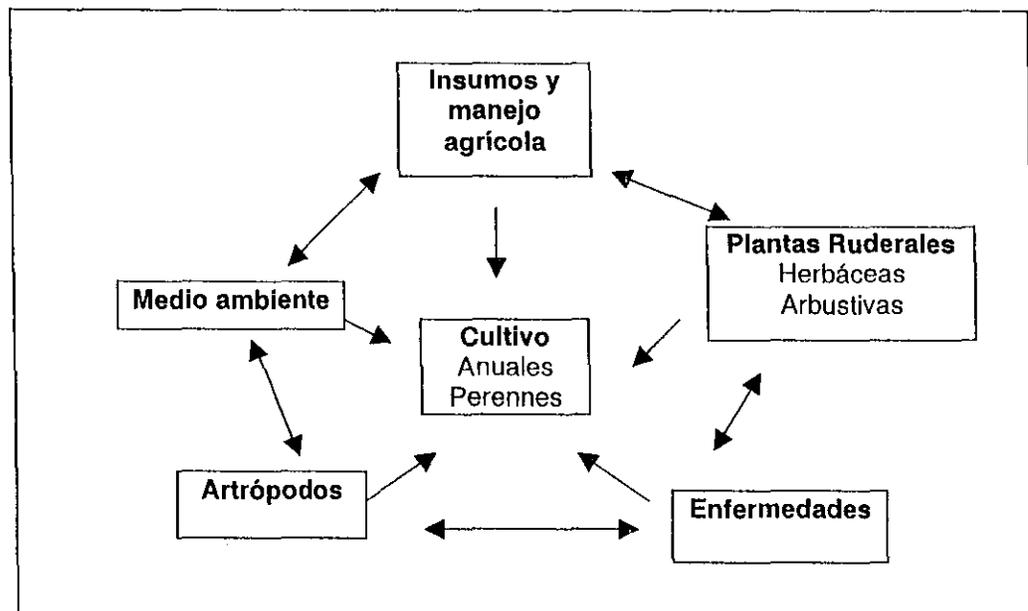
Se considera como agroecosistema a la unidad ecológica principal del sistema de producción, esto es, la parcela o el área donde se hace un manejo de recursos naturales, éste contiene componentes bióticos y abióticos que son interdependientes e interactivos, y por

intermedio de los cuales se procesan nutrientes y el flujo de energía. Sus componentes son las poblaciones que constituyen la comunidad biótica (cultivos, maleza, insectos y microorganismos) y los componentes del ambiente que interactúan con esta comunidad; estos componentes al actuar como una unidad se les puede denominar subsistemas.

Según Altieri y Letouneau (1992), la función del agroecosistema se relaciona con el flujo de energía y con el reciclaje de los materiales a través de los componentes estructurales del ecosistema, el cual se modifica mediante el manejo del nivel de insumos. El flujo de energía se refiere a la fijación de ésta por la fotosíntesis, su transferencia a través del sistema a lo largo de una cadena trófica y su dispersión final por respiración. El reciclaje biológico se refiere a la circulación continua de elementos desde una forma inorgánica a una orgánica y viceversa (Figura 1).

Las formas de interacción y arreglos en el tiempo y el espacio de los agroecosistemas son: El arreglo de los cultivos, el arreglo de la maleza, la distribución de insectos y microorganismos, los arreglos físicos dentro del suelo y la conformación de los agroecosistemas.

Figura 1.- Componentes de un Agroecosistema



Tomado de: J. Sánchez y Altieri M., 1998.

2.3 Impacto de agroecosistemas especializados y artificiales sobre fitófagos.

A medida que se van simplificando los sistemas de producción, el costo ambiental y económico aumenta, ya que las funciones naturales de reciclamiento y control de fitófagos son suplidas mediante el uso de insumos químicos. Altieri y Rosset (1996), mencionan que la pérdida de cosechas debido al incremento de plagas y uso de plaguicidas es un síntoma de la crisis ambiental que afecta a la agricultura moderna, la cual selecciona cultivares con altos rendimientos y alta palatabilidad a fitófagos, lo que los hace más susceptibles a plagas,

sacrificando resistencia natural y biodiversidad por incrementar la productividad. Ambos proponen que desde el punto de vista de manejo de un agroecosistema sustentable, éste debe de contar con:

1. Una cubierta vegetal efectiva, tales como los cultivos de cobertura, acolchados e incorporados, que propicie la conservación del suelo, agua y reducción de prácticas de labranza.
2. Enmiendas regulares de materia orgánica, mediante la aplicación de estiércoles, compostas y abonos verdes.
3. Mecanismos de reciclaje de nutrimentos, mediante la rotación de cultivos y pastoreo.
4. Regulación de plagas, ya sea por conservación, aumento o introducción de enemigos naturales.

2.3.1. Prácticas Culturales y sus efectos sobre fitófagos.

En la agricultura tradicional o campesina la mayoría de la prácticas agrícolas están relacionadas con el manejo de plagas en el cultivo. Estas prácticas son principalmente preventivas para el control de plagas, debido a que interrumpen el ciclo biológico de la plaga y/o favorecen las condiciones de sobrevivencia de parasitoides y depredadores. Con la reciente incorporación del concepto de sustentabilidad en la agricultura, el diseño de prácticas culturales que permitan el manejo de plagas se deberían de basar en principios ecológicos y el conocimiento detallado de la biología de insectos.

Bishop *et al.* (1984), señala que las prácticas culturales o de labranza afectan principalmente a insectos de ciclo largo ya que se destruye su refugio o fuente de alimentación. En el caso de insectos de ciclo corto, el control se puede ejercer ajustando fechas de siembra o cosecha. A continuación se lista una serie de prácticas culturales en las que se ha comprobado científicamente su efecto sobre la reducción de poblaciones de plagas.

Como se muestra en el Cuadro 2, algunas prácticas relacionadas directamente con la regulación de plagas rizófagas son la rotación de cultivos que consiste en la siembra alternada de cultivos no susceptibles a plagas y los cultivos de interés; el intervalo entre los cultivos susceptibles y resistentes depende del ciclo biológico de la plaga, su potencial reproductivo, el grado de especificidad y las características de dispersión. Las plagas que responden mejor a este tipo de control son larvas rizófagas como el “gusano de alambre” (Coleoptera: Elateridae) y “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) (Bishop *et al.*, 1984). Esta práctica es muy importante para el control de plagas, aunque sus efectos son generales. El cultivo de leguminosas basado en el sistema de rotación es una de las formas mas sencillas de diversificación, que permite romper el ciclo de la maleza, plagas y enfermedades. Además presta otros servicios ecológicos como incrementar la actividad biológica del suelo, incluyendo micorrizas vesiculares (Altieri y Rosset, 1996).

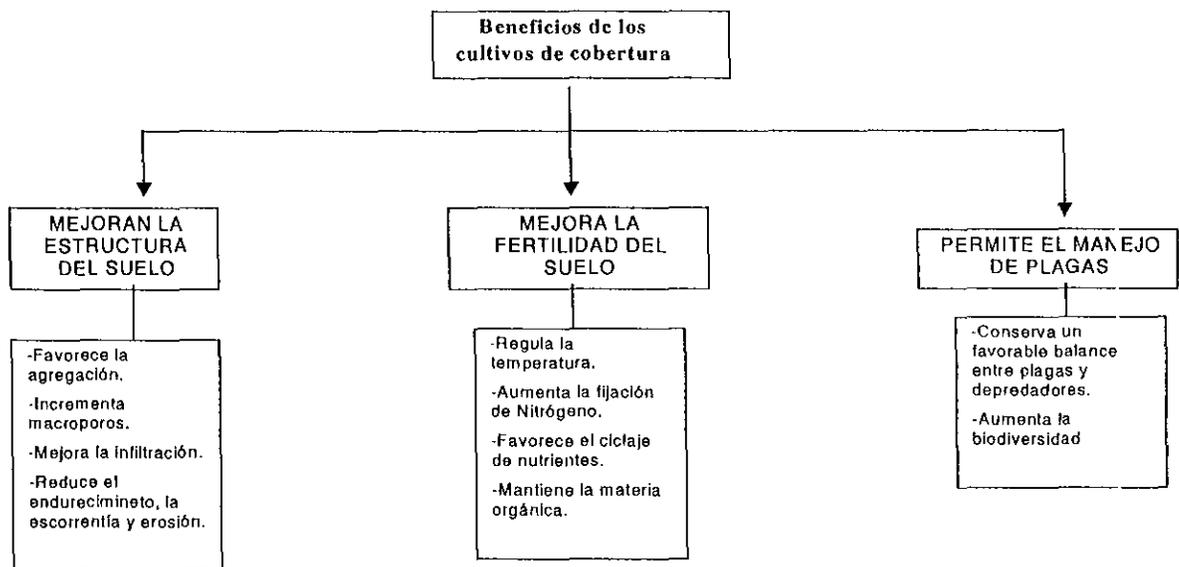
Cuadro 2. Lista de prácticas culturales y su efecto sobre plagas

PRÁCTICA DE CULTIVO	SUSPENSIÓN DE PLAGAS
Acolchado vivo	Positivo
Cubierta muerta en el suelo	Positivo
Labranza de conservación	Variable
Rotaciones	Positivo
Asociación de cultivos	Positivo
Cultivos mixtos	Positivo
Agroforestería	Variable

Adaptada de: Altieri y Rosset, 1996.

En los cultivos de cobertura se emplean herbáceas sembradas bajo frutales o en los periodos de descanso de las parcelas y su propósito es aportar fertilidad al suelo, incrementar el control biológico de plagas y modificar el microclima (Bishop *et al.*, 1984). Estudios científicos indican que el empleo de pastos y leguminosas como cultivo de cobertura prestan diversos servicios ecológicos (Figura 2) ya que mantienen baja la incidencia de plagas debido a la eficiencia e incremento de predadores y parasitoides que encuentran condiciones apropiadas para su desarrollo por el aumento de microflora en el suelo. En otros casos, en el cultivo de cobertura, la plaga no encuentra las condiciones naturales para su reproducción (Altieri y Rosset, 1996).

Figura 2.- Servicios Ecológicos de los cultivos de cobertura



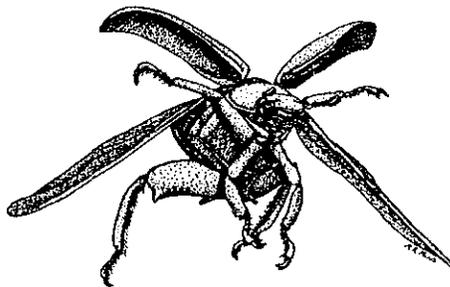
Tomado de: Altieri y Rosset, 1996.

2.4 Manejo de plagas rizófagas en México.

Convencionalmente, el manejo de plagas del suelo en cultivos rentables como son caña de azúcar y maíz, se hace con la aplicación de insecticidas granulados aplicados al suelo. Los resultados del control son eficientes en las primeras aplicaciones, posteriormente el sistema va demandando mayor cantidad de plaguicidas hasta resultar incosteable. Efectos colaterales de ésta práctica es el desarrollo de poblaciones resistentes a los insecticidas y aumento de especies plaga. Esto ha sido documentado por Nájera (1993), en el centro de Jalisco donde predomina el monocultivo de maíz en condiciones de temporal con problemas de plagas rizófagas por resistencia al uso de plaguicidas.

El complejo de plagas rizófagas se ha caracterizado por el predominio de especies de "gallina ciega" con hábitos edafícolas, rizófagos estrictos o facultativos (carroñeros y detritófagos). Los grupos más comunes pertenecen a la familia Melolonthidae (Nájera, 1997), de las 900 especies de Melolonthidae (Ilustración 1) citadas para México, cerca de 600 son larvas edafícolas, rizófagas, saprófagas o facultativas, que constituyen el complejo "gallina ciega" integrado por los géneros: *Phyllophaga*, *Diplotaxis*, *Macroductylus*, *Anomala*, *Cyclocephala*, *Dyscinetus*, *Strategus*, *Eutheola*, *Orizabus*, *Ligyris*, *Euphoria* y *Cotinis*. La diversidad local y regional depende de los sistemas de producción dominantes.

Recientemente el Centro Nacional de Investigación para la Producción Sostenible (CENAPROS) ha planteado hacer una manejo sostenible del complejo "gallina ciega" donde pretende evaluar diferentes sistemas de manejo y sus efectos en el complejo. Uno de los sistemas que esta evaluando es el de labranza de conservación con fertilización orgánica, rotación y asociación de leguminosas, buscando incrementar la cantidad y calidad de materia orgánica del suelo. Los primeros resultados indican que, con labranza de conservación y sin aplicación de insecticida se favorece el incremento de la biodiversidad del complejo "gallina ciega", considerado tanto especies plaga como otras consumidoras de materia orgánica, competidores, depredadores y entomopatógenos como *Beauveria* y *Metarhizium*, importantes agentes de control biológico de "gallina ciega". En la región del Bajío y Valles Altos de Michoacán se analizó el comportamiento de Melolonthidae y Scarabaeidae en dos sistemas de producción contrastantes y se confirmó nuevamente que la diversidad y abundancia de géneros y especies está en función de la región, prácticas de cultivo y uso de agroquímicos (Nájera,1997).



Ilust. 1. Macho *Chrysina macropus* (Melolonthidae: Rutelinae) en vuelo (Morón y Terrón, 1988) .

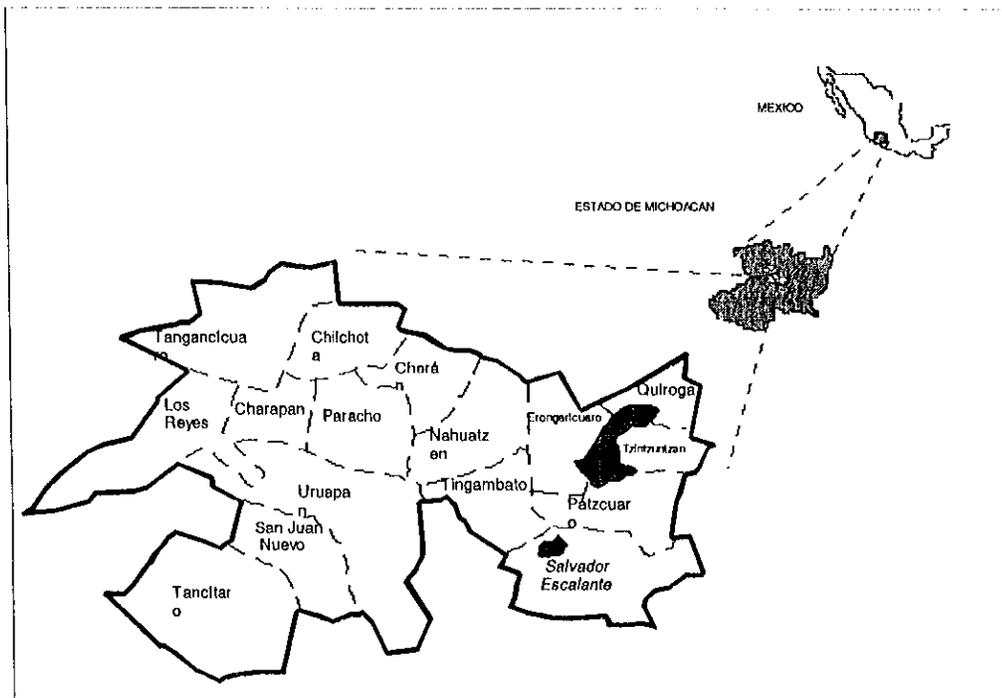
3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de la zona de estudio.

El Estado de Michoacán de Ocampo se localiza en la región centro de la República Mexicana, entre las coordenadas de latitud 20°04' al norte, 17°55' al sur y longitud 100°05' al este y 103°04' al oeste. Colinda al norte con los estados de Jalisco, Guanajuato y Querétaro; al este con el Estado de México y Guerrero; al sur con el Océano Pacífico y al oeste con Colima y Jalisco.

La investigación se encuentra dentro de la Región Purhépecha que se localiza en la provincia fisiográfica del sistema volcánico transversal o cordillera neovolcánica. Comprende 17 municipios (Figura 3) del centro noroeste del Estado de Michoacán y abarca una superficie de 481,711 hectáreas, la cual, representa el 8% de la superficie estatal.

Figura 3. Localización de la Región Purhépecha, Michoacán.



La región Purhépecha se divide en 3 subregiones que están definidas por sus características culturales, administrativas y biofísicas, estas son: La Meseta, que abarca los municipios de Cherán, Nahuatzen, Tingambato, Paracho, Charapan, Tangancicuaró, Los Reyes, Uruapan, Nuevo San Juan, Tancitaro; La Cañada, que abarca Tangancicuaró y Chilchota y Lago de Pátzcuaro, que abarca Erongaricuaró, Tzitzuntzan, Pátzcuaro y Salvador Escalante (Maserá *et al.*, 1998).

La presente investigación se llevó a cabo en el ejido Casas Blancas que se ubica dentro de la Cuenca del Lago Pátzcuaro-Zirahuén, la cual forma parte de la Región Lago y abarca el

municipio de Salvador Escalante y una mínima parte del Municipio de Pátzcuaro. Actualmente esta cuenca se sitúa en una de las zonas de mayor interés silvícola de la porción centro-norte del estado; sin embargo, la actividad agropecuaria es de gran importancia económica para la región pues abarca el 64% de la superficie total (Cruz, 1998).

El ejido Casas Blancas es un fiel representante de las poblaciones rurales de la cuenca alta de la Región Purhépecha, donde las actividades económicas de carácter primario son las más importantes. Cuenta con una superficie de 1,620 ha, de la cual 80 % se destinan al aprovechamiento forestal y 18% a la agricultura, el principal cultivo es el maíz. La población total de la comunidad es de aproximadamente 1000 personas, cuenta con servicios públicos como: luz, agua potable, escuelas y clínica de salud. El ejido está formado por 54 ejidatarios, se estima que el 60% de los pobladores se dedican a la agricultura y al aprovechamiento forestal.

Cada ejidatario cuenta con una superficie compacta de 30 hectáreas, el productor destina el 70% de la superficie a actividades de aprovechamiento forestal y el 30% a actividades agropecuarias. La producción agrícola depende del temporal y se desarrolla en laderas y valles intermontanos con pendientes que van de un 4% hasta un 13%. Las parcelas miden de 6 a 8 ha. El principal cultivo es el maíz, el cual se practica en condiciones de monocultivo, con un rendimiento promedio de 1.5 ton/ha.

Durante los recorridos y entrevistas se identificaron dos sistemas de manejo para la producción de maíz, uno más tradicional, el cual mantiene la fertilidad del suelo mediante la aplicación de estiércol y descanso del terreno, cuenta con áreas de cultivo diversificado donde se siembran cucurbitáceas para el autoconsumo y predomina la tracción animal. Este sistema es el más ampliamente practicado ya que la mayoría de los ejidatarios solo disponen de terrenos en ladera. El otro sistema, más "comercial", es el que se ha denominado sistema convencional, que se caracteriza por mantener la fertilidad del suelo mediante fertilizante químico, sembrar únicamente maíz blanco, emplear tracción mecánica y animal, contratar principalmente mano de obra aunque frecuentemente se practica con períodos de descanso, aunque algunos productores lo están eliminando para hacer un uso más intensivo de la tierra.

3.1.1 Características de clima y suelo.

La cuenca alta de la subregión Lago de Pátzcuaro presenta zonas agroclimáticas con clima semifrío subhúmedo en las partes altas (hasta 3340 msnm) y húmedo y subhúmedo en las partes bajas (1800 msnm). Una precipitación que va desde 1000 a 1500 mm anuales y un rango de temperaturas media de 12°C a 18°C. Los suelos de la región, son de origen volcánico del tipo Andosoles y Acrisoles que se caracterizan por su fertilidad media a baja, de estructura franco-arenosa, típicos en relieve de laderas con pendiente que van desde 4% a 16% (Astier *et al.*, 2000).

3.2 Características del sistema de manejo para la producción de maíz.

En la región Purhépecha dominan agroambientes montañosos con pendiente moderada y alta, suelos de baja fertilidad para el cultivo de maíz y clima templado - frío, donde la agricultura de ladera es ampliamente practicada con el sistema conocido de "año y vez". Otro agroambiente con menor representación son pequeños valles con pendientes promedio de 2% donde predomina el cultivo de maíz anual de forma ininterrumpida.

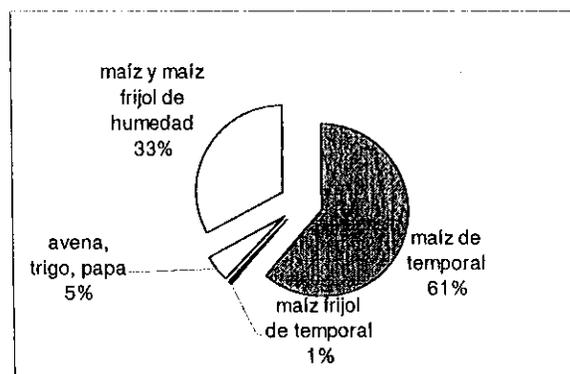
El sistema de "año y vez" consiste en dejar descansar las parcelas recién cosechadas de maíz por 1 ó 2 años. El período de descanso depende del número de parcelas que dispone el productor, por lo general cuentan con 2 parcelas, así, mientras una esta en descanso otra esta bajo cultivo de maíz. Una vez terminada la cosecha de maíz, la parcela se destina al libre pastoreo por una corta temporada (3 meses); posteriormente, se dejan descansar hasta que inicia el siguiente ciclo agrícola.

El sistema anual consiste en sembrar año con año maíz, con un período de descanso de 2 ó 3 meses. El ciclo agrícola comienza en febrero cuando barbechan la tierra, se siembra en marzo y cosechan entre noviembre y diciembre. El terreno recién cosechado se deja al libre pastoreo por un periodo de 1 ó 2 meses. Posteriormente el productor junta los restos de rastrojo y los quema para iniciar nuevamente la labranza del siguiente ciclo.

Las áreas agrícolas en ladera se cultivan bajo labranza convencional, por lo que se encuentran con una pobre cobertura por 9 meses, lo que las hace altamente susceptibles a la erosión hídrica y eólica (Astier *et al.*, 2000). Mientras que los suelos de áreas de cultivo anual, presentan una fuerte extracción de nutrientes por el maíz, la cual es compensada con fertilizante químico. La práctica ininterrumpida del monocultivo de maíz en la región ha generado el establecimiento de plagas rizófas y fitófagas .

En el municipio de Salvador Escalante la actividad agropecuaria es de gran importancia económica para la región, ya que abarca el 64% de la superficie total, donde se produce principalmente maíz abarcando el 95% de la superficie sembrada (Figura 4). En la cuenca del Lago de Pátzcuaro se estima que cerca del 30% de la superficie sembrada con maíz sufre daños por esta plaga (SAGAR, 1997).

**Figura 4. Distribución de cultivos anuales.
Mpio. Salvador Escalante, 1998 (SAGAR,1997)**



3.3. Ciclo del cultivo y lugar.

La investigación se llevó al cabo en el Ejido Casas Blancas, con el cultivo de maíz de temporal sembrado con humedad residual en el mes de abril, durante el ciclo primavera - verano 1998 y dos cultivos de invierno en el ciclo otoño - invierno 1998/99 en la parcela experimental del Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA,A.C.).

3.4. Parcelas experimentales

De un experimento establecido con otro propósito se seleccionaron solamente algunas parcelas para este estudio². La selección no correspondió a un diseño experimental en particular ya que se planeó seleccionar 6 tratamientos repetidos 3 veces en forma aleatoria (Figura 5), de cada parcela se extrajeron muestras de insectos en forma periódica. Los datos de las muestras se arreglaron para conducir algunas comparaciones entre medias, utilizando la prueba de t de Fisher para muestras pequeñas. Los tratamientos seleccionados fueron los siguientes:

1. TC (Testigo con fertilización 200-171-0)
2. T0 (Testigo con fertilización 0-46-0)
3. Ai (Maíz con fertilización 0-171-0 y avena incorporada)
4. Aa (Maíz con fertilización 0-171-0 y avena acolchada)
5. Vi (Maíz con fertilización 0-171-0 y janamargo incorporado)
6. Va (Maíz con fertilización 0-171-0 y janamargo incorporado)

Descripción de tratamientos.

1. TC.- maíz convencional en monocultivo con una dosis de fertilización química de 200-171-0. Con un periodo de descanso de 4 meses, de diciembre a marzo, y suelo desnudo durante el mismo periodo. La preparación del terreno se realizó con labranza convencional que consiste en barbecho, rastreo, surcado, siembra y escarda.
2. T0.- maíz convencional en monocultivo con una dosis de fertilización química de 0-46-0. Con un periodo de descanso de 4 meses, de diciembre a marzo, y suelo desnudo durante el mismo periodo. La parcela se trabajó con labranza convencional.
3. Ai.- maíz con una dosis de fertilización química de 0-171-0 con rotación de avena durante el periodo de descanso convencional e incorporada (rastreo) durante el mes de febrero como fuente orgánica de nitrógeno para el maíz. La parcela se trabajó con labranza convencional.
4. Aa.- maíz con una dosis de fertilización química de 0-171-0 con rotación de avena durante el periodo de descanso convencional y acolchada durante el mes de febrero como fuente orgánica de nitrógeno para el maíz. La parcela se trabajó con labranza cero que consistió en siembra directa y tapado de la semilla.

² El experimento se estableció para la tesis de doctorado de la M.C. Marta Astier Calderón.

5. Vi.- maíz con una dosis de fertilización química de 0-171-0 con rotación de janamargo (*Vicia sativa*) durante el periodo de descanso convencional e incorporado (rastreo) durante el mes de febrero como fuente orgánica de nitrógeno para el maíz. La parcela se trabajó con labranza convencional.

6. Va.- maíz con una dosis de fertilización química de 0-171-0 con rotación de janamargo (*V. sativa*) durante el periodo de descanso convencional y acolchado durante el mes de febrero como fuente orgánica de nitrógeno para el maíz. La parcela se trabajó con labranza mínima.

Figura 5. Distribución de parcelas en el lote experimental. Ejido Casas Blancas, Mich. 1999

Repetición 1	Vi	Va	T0	TC	Ai	Aa
Repetición 2	Ai	Aa	T0	Vi	Va	TC
Repetición 3	Vi	Va	Ai	Aa	TC	T0

3.5. Muestreo entomológico

El muestreo de insectos se realizó en el área de la rizósfera del maíz. El sitio se escogió entre dos plantas a 15 cm del tallo. El período de muestreo fue de quince días en la fase de desarrollo vegetativo del maíz, mensual durante el otoño e invierno y antes de cada labor crítica para el subsistema suelo, esto es antes de la incorporación y acolchado del abono verde, antes del barbecho y antes de la escarda. En total se realizaron 16 muestreos por tratamiento con tres repeticiones cada uno, del 19 de mayo de 1998 al 26 de junio de 1999. El muestreo consistió en obtener un cepellón de 30 cm x 30 cm x 30 cm, para facilitar la captura de artrópodos edafícolas y larvas de 0.5 cm a 3 cm de longitud, el suelo se tamizó por una malla metálica de 5 x 5 mm sobre un plástico negro. La conservación de las muestras se realizó con solución Pampel, compuesta de 27 partes de alcohol etílico al 96%, 11 partes de formol al 6%, 7 partes de ácido acético glacial y 55 partes de agua destilada, y posteriormente con alcohol etílico al 70% (Morón y Terrón, 1988)

La relevancia agrícola de la familia Melolonthidae se debe al hábito rizófago de varias especies en estado larvario asociadas al cultivo de maíz por lo que se consideró necesario conocer su distribución anual. Para ello, el periodo de muestreo se dividió en dos temporadas en función de la fenología del cultivo. En la temporada de crecimiento vegetativo, se incluyó el periodo de abril a octubre y en la temporada después de la cosecha se incluyó el periodo de noviembre a marzo. En el caso de los tratamientos TO y TC el suelo permaneció desnudo y en los tratamientos del sistema alternativo el suelo se mantuvo cubierto, en los tratamientos en que el abono verde (AV) se acolchó, el suelo estuvo cubierto durante todo el año, mientras que en los tratamientos en que el AV se incorporó con labranza convencional el suelo permaneció cubierto hasta el mes de marzo.

Los datos de las muestras sirvieron para determinar gráficamente la fluctuación de la población de cada especie encontrada, por lo que hubo que hacer un previa identificación taxonómica a nivel de familia y/o género. Las larvas conocidas como "gallina ciega" de 8 mm a 3 cm de longitud, se determinaron hasta género según Morón (1993).

3.6. Caracterización del sistema agrícola

En forma adicional, se realizó la caracterización de los sistemas de producción para relacionarlo con la población de insectos y definir los factores del sistema que tienen influencia sobre ellos. Para conocer a detalle el sistema agrícola convencional de la región, se hicieron recorridos de campo y cinco encuestas a productores de los ejidos de Casas Blancas y Opopeco, también se entrevistó a la M. C. Marta Astier sobre el sistema alternativo planteado para la región de estudio.

La encuesta se diseñó especialmente para obtener información sobre las labores para el cultivo de maíz en la parcela agrícola (Anexo 1). Los apartados de la encuesta fueron: a) características del terreno, b) manejo del cultivo en el presente ciclo y gasto de cada labor, c) capital para la producción, d) conocimientos técnicos recientes que practica o ha oído. La selección de encuestados fue dirigida.

3.7. Análisis de Datos.

Una vez que se determinaron taxonómicamente a las especies, los datos se analizaron de dos formas: i) descripción de los patrones de la comunidad de macro-artrópodos, para ello, se calcularon el índice de diversidad y el de equitatividad de Simpson entre géneros de Coleópteros y se graficó la abundancia relativa por tratamiento, ii) descripción de la fluctuación poblacional de la comunidad de melolóntidos, a los que se les calculó la media de larvas por tratamiento y su separación estadística; cálculo del índice de diversidad y de equitatividad de Simpson entre géneros de melolóntidos por tratamiento y por último la descripción de la fluctuación de la población y abundancia relativa. La información sobre la determinación taxonómica se puede consultar en el Anexo 2 y 3.

3.7.1 Prueba Estadística de medias.

De la Loma (1980), sugiere que para muestras menores a 30 se puede aplicar la prueba de t de Fisher para muestras pequeñas. Esta prueba se aplica por pares de medias. El procedimiento es calcular el error típico (ET) a partir de una la varianza combinada de las dos muestras multiplicado por una combinación de los grados de libertad y finalmente su raíz cuadrada. El valor de t se calcula de la diferencia entre las medias de los tratamientos sobre ET. Se define la significancia cuando el valor de t calculada es mayor al valor de la t tabulada, para efectos de la presente investigación se consideró una diferencia significativa con un nivel de 70% de confiabilidad. La expresión matemática es:

$ET_D = \sqrt{S^2 * n_1 + n_2 / n_1 n_2 \dots}$ donde:
 S es la desviación standar
 n es el número de observaciones

Finalmente para t calculada se aplica:

$t = D / ET_D \dots$ donde:
 D es la difencia entre las medias

3.7.2. Indicadores de Diversidad.

Según Magurran (1987), la importancia de estudiar y medir la diversidad radica en que se puede emplear como un indicador de la salud del ecosistema y puede ser rápidamente medible. Para ello, es necesario documentar el patrón temporal de variación de las poblaciones e identificar los factores críticos que determinan su comportamiento. La diversidad esta formada por dos componentes, la variabilidad y la abundancia.

Para graficar el comportamiento de las poblaciones se trabajó la curva de abundancia relativa que representa la relación entre equitatividad y riqueza de especies por tratamiento, ésta se calcula con la proporción de individuos por especie con respecto al total de individuos. La pendiente de la curva es igual al índice de equitatividad (Zarin *et al.*, 1999).

Para medir la diversidad se han desarrollado varios indicadores que dependiendo de la situación se adaptan mejor al estudio en cuestión. Estos indicadores se basan en la abundancia proporcional de las especies y dan un acercamiento sobre el nivel de diversidad. También se basan en la riqueza y abundancia de las especies por lo que se les llama índices heterogéneos. Dadas las características de cada índice (Cuadro 3), se seleccionó al Índice de Simpson para evaluar la diversidad ya que resultó ser el mas sensible a las especies dominantes, que es el caso de especies con hábitos rizófagos bajo cultivo de maíz.

Cuadro 3. Relación de índices de diversidad y de equitatividad

INDICE	FUNDAMENTO	FÓRMULA	AUTOR
Shannon	Asume que los individuos se seleccionan al azar en una población infinita. Todas las especies están representadas en la muestra. El valor de H' fluctúa entre 1.5 y 3.5 El índice de equitatividad (E) define la relación de dominancia entre las especies.	$H' = -\sum p_i \ln p_i$ donde: H' = Diversidad p _i = proporción de individuos de la iésima especie. ln = logaritmo natural base 2. E = H' / Hmax = H' / ln S donde: S = número de especies.	Shannon - Weaver
Brillouin	Cuando el azar no se garantiza, la comunidad se censa a partir de cada individuo contado. Este índice es muy sensible al tamaño de la muestra. Es necesario que se conozca la composición total de la comunidad. Valor máximo 4.5	$HB = \ln N! - \sum \ln n_i! / N$ donde: HB = Diversidad N! = Total de individuos de la comunidad. n _i = número de individuos de la población. E = HB / HB max = Equitatividad	Brillouin, 1969-75
Simpson	Representa la proporción de individuos con que cada especie contribuye a la muestra. Depende de la riqueza (S) y equitatividad de cada especie. Muy utilizado para evaluar la dominancia ya que es muy sensible a la abundancia de las especies más comunes, por lo que no refleja la influencia de las especies raras.	$D = 1 / \sum p_i^2$ D = 1/D donde: D = Diversidad p _i = Proporción de individuos por especie Equitatividad = E = D/S donde: S = Número total de especies.	Simpson, 1949
Berguer-Parker	Expresa la importancia proporcional de las especies más abundantes. Es independiente del número total de especies (S)	$D = N_{max} / N$ donde: N _{max} = número de individuos de la especie más abundante. N = Número total de individuos	Berguer-Parker, 1970

Adaptado de Mangurran, 1987 y Begon *et al.*, 1986.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Descripción de los sistemas de manejo para la producción de maíz, en el Ejido Casas Blancas.

4.1.1. Sistema de manejo convencional (SC)

El propósito de la producción es el abasto familiar del maíz y la venta de excedentes para cubrir el resto de las necesidades familiares. Esta agricultura se practica en laderas con pendientes que van de 4% a 5% en parcelas de fácil acceso para la maquinaria agrícola. La superficie promedio es de 8 hectáreas dividida en dos parcelas con una superficie de 3 a 5 hectáreas cada una.

El programa de comercialización de maíz del estado (CONASUPO) fomentó el desplazamiento de semillas amarillas, cremosas, negras y pintas por semillas criollas blancas, actualmente el 99% de los ejidatarios cuentan con semilla criolla de maíz blanco, proveniente de ejidos aledaños de clima ligeramente más templado. Ellos opinan que estas semillas responden mejor a las condiciones locales por los dos primeros años, después es necesario renovarla.

La mayoría de los agricultores convencionales rentan tractor para el barbecho y yunta para la siembra y escardas. Se emplea mano de obra familiar, principalmente en la siembra y aplicación del herbicida mientras que en la cosecha, es contratada.

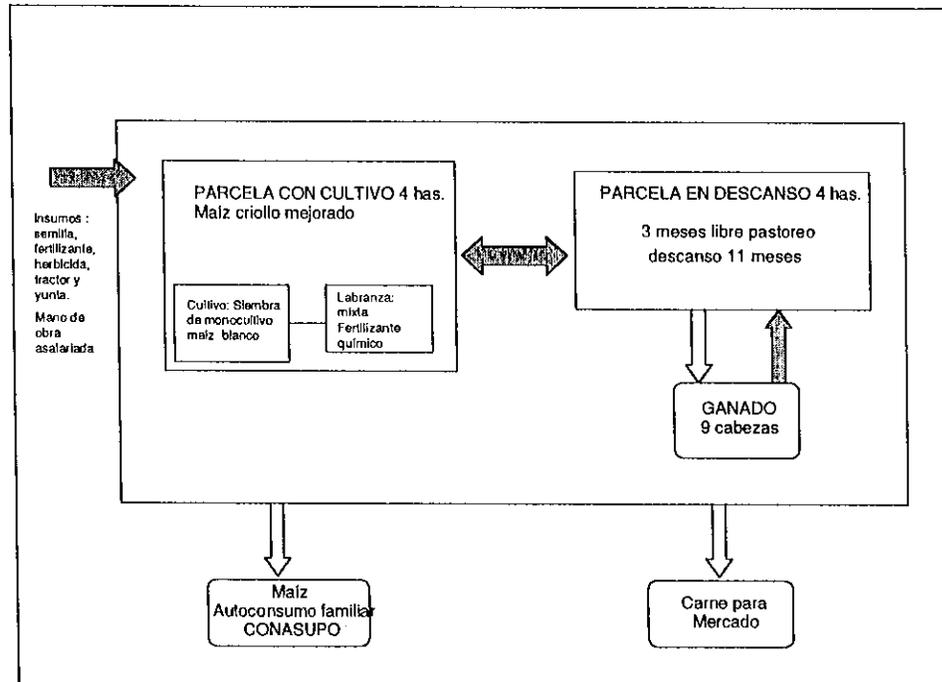
Este tipo de agricultura se empezó a promover a partir de la década de los sesenta con la introducción del fertilizante químico a la región, principalmente sulfato de amonio. Actualmente, se emplean 200 kg/hectárea de la fórmula 18-46-0, más 100 kg/hectárea de las fórmulas 18-0-0 ó 17-17-17 ó bien solo fertilización nitrogenada con urea. La fertilización se hace en dos aplicaciones: la primera a la siembra y la segunda a los 60 días después de la siembra. Para el control de plagas del maíz no se realiza ninguna labor específica; sin embargo, los productores han observado un aumento considerable en la incidencia de plagas rizófagas a partir de los 15 días de nacido el maíz. Para el control de maleza se está generalizando la aplicación de herbicida, el más común es *Marvel*³ a dosis de 1 lt/ha. El rendimiento de grano de maíz varía de 1.5 ton/ha a 3 ton/ha, en promedio es de 2 ton/ha. El destino de la producción es principalmente para el mercado regional. Actualmente 14 ejidatarios cuentan con superficies adecuadas y recursos económicos suficientes para producir bajo este manejo. Ellos representan el 26% de los ejidatarios.

En el sistema de producción agrícola está íntimamente ligado a la cría de ganado bovino, una razón es que el ganado contribuye con la aportación de estiércol *in situ* y agrega valor al rastrojo de maíz. El objetivo de la producción pecuaria es la venta periódica (cada dos años) de ganado de engorda. Una limitante para la engorda es la escasez de forraje de buena calidad, especialmente de marzo a mayo, aunque algunos productores cultivan pequeñas

3 Ingrediente activo: dicamba (sal de potasio de dicamba ácido. 3,6-dicloro 0 anísico) 132 gr + atrazina (2 cloro 4 etilamina 6 isopropilamina S-triazina) 252 gr por cada litro del producto comercial.

superficies con un cultivo forrajero (principalmente avena) como complemento alimenticio con lo cual se recorta el periodo de engorda. En la Figura 6 se aprecia como los diferentes subsistemas de producción están relacionados.

Figura 6. Sistema convencional de "año y vez". Ejido Casas Blancas, Mich.



4.1.2. Sistema de manejo alternativo

El sistema alternativo pretende proponer algunos cambios en el manejo de la fertilidad del suelo en comparación con el sistema convencional. Tiene como propósito reducir el consumo de fertilizantes químicos, mejorar la calidad del suelo y ofrecer una alternativa de forraje durante la época de escasez. Este sistema consiste en rotar el cultivo de maíz con un cultivo de cobertura, para aplicarlo como abono verde, lo que representa una fuente orgánica de nitrógeno y materia orgánica. El cultivo se realiza durante el periodo de descanso en el ciclo otoño - invierno.

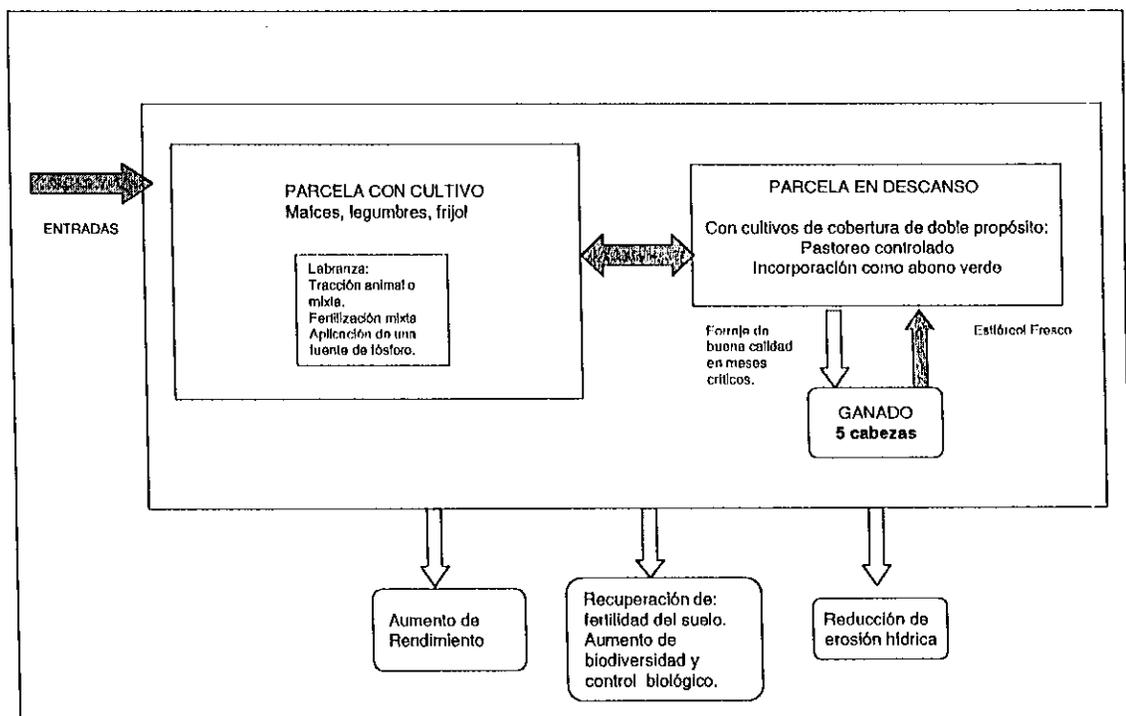
De acuerdo con Astier y Mota (2000)⁴, estos cambios los podría adoptar tanto el productor tradicional como el convencional. En el caso de productores con parcelas de cultivo anual, se propone adelantar la cosecha 45 días para poder establecer el cultivo de cobertura. La incorporación como abono verde (AV) se recomienda cuando el cultivo presenta el 20% de floración lo cual ocurre en el mes de febrero. Se calcula que el abono verde se aplique con un mes de anticipación a la siembra de maíz, para permitir que se de el proceso de descomposición y liberación de nutrimentos. El cultivo de cobertura puede ser una gramínea o una leguminosa.

⁴ Marta Astier y Florentino Mota comunicación personal.

Los insumos necesarios para el sistema de rotación con gramínea son: semilla de avena 250 kg/ha y fertilizante a una dosis de 100-160-0. Para el manejo de avena incorporada, el cultivo se establece con labranza convencional, esto es, barbecho, siembra, fertilización y tapa. En el caso de acolchado se aplica labranza cero en el cultivo de maíz y avena, esto es, siembra directa, fertilización y tapa.

En el sistema de rotación con la leguminosa, los insumos son: semilla de janamargo (*Vicia sativa*) 150 kg/ha y fertilizante a una dosis de 100-160-0. Para el manejo de *V. sativa* incorporada, el cultivo se establece con labranza convencional, esto es, barbecho, siembra, fertilización y tapa. En el caso de acolchado, se aplica labranza cero en el cultivo de maíz y *V. sativa*, esto es siembra directa, fertilización y tapa (Figura 7).

Figura 7. Sistema alternativo de “año y vez” para la región Puréhpecha



4.2 Determinación taxonómica y fluctuación poblacional de macroartrópodos edafícolas.

Con los trece muestreos, del periodo 1 de julio de 1998 a 26 de junio de 1999, se determinó la composición de macroartrópodos edafícolas. Se hizo una clasificación previa a nivel de orden.

El orden Coleoptera fué el mas común en todas las muestras, especialmente en el tratamiento de maíz y avena acolchada (Aa) se colectaron 141 individuos, en maíz + *Vicia* acolchada (Va) 130 individuos. En menores cantidades se encontró el orden Lepidoptera, en el tratamiento que se registraron más individuos fue en el de maíz y *vicia* incorporada

(Vi) con 21 individuos y en el tratamiento de maíz y avena incorporada (Ai) se encontraron 15 individuos.

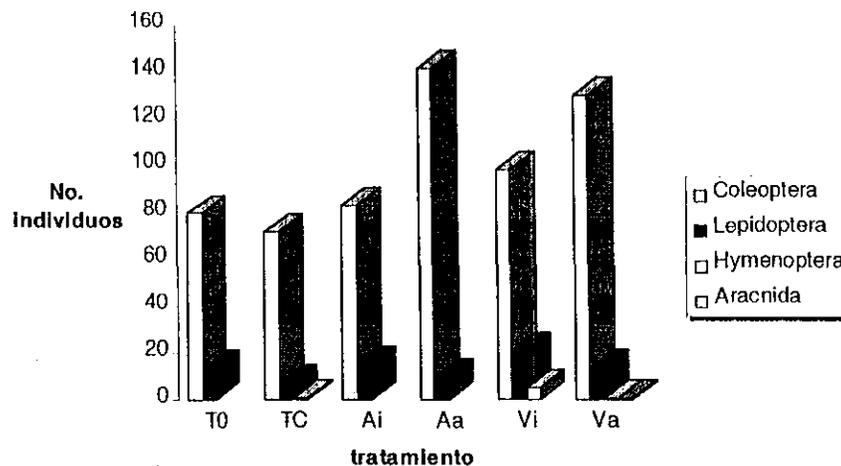
En el Cuadro 4 se aprecia que la proporción de coleópteros fluctúa entre 79% en el tratamiento Vi y 93% en el tratamiento Aa, lo que indica que este orden es altamente dominante en la comunidad. También se observa que en todos los tratamientos del sistema alternativo hay un incremento en el número de individuos tanto de coleópteros como lepidópteros, especialmente en los tratamientos Aa y Va.

Cuadro 4. Composición de comunidades de macroartrópodos edafícolas por tratamiento. 1998-1999

ORDEN	T0		TC		Ai		Aa		Vi		Va	
	%	NUM										
Coleóptera	85.1	80	90.0	72	84.7	83	93.4	141	79.0	98	89.0	130
Lepidóptera	14.9	14	8.7	7	15.3	15	6.6	10	16.9	21	9.6	14
Hymenóptera	0		1.3	1	0		0		4.0	5	0.7	1
Aracnida	0		0		0		0		0		0.7	1
Total		94		80		98		151		124		146

Como se observa en la figura 8, el orden Coleoptera es el más abundante, especialmente en los tratamientos de maíz y abono verde (AV) acolchado donde alcanzó hasta el 93% con 141 individuos en el tratamiento Aa, en este orden se encuentran individuos con hábitos rizófagos, detritófagos y carroñeros. El segundo orden más abundante es el Lepidoptera con

Figura 8. Composición de ordenes por tratamiento.



un porcentaje que alcanza hasta el 17% con 21 individuos en el tratamiento Vi, este orden resalta por los hábitos fitófagos de las larvas, en la región son conocidos como "trozadores" los cuáles se han reportado como plaga de plántulas de maíz, sobretodo cuando la

temporada de lluvias se atrasa⁵. En último lugar se registraron los órdenes Hymenoptera y Aracnida, con una representación muy baja, el primero alcanzó un 4% en el tratamiento Vi y el segundo un 0.7% en Va, ambos géneros se caracterizan por su comportamiento depredador generalista.

Al igual que en el estudio de Nestel *et al.* (1993), sobre macrocoleópteros en cafetales mexicanos, se encontró una alta proporción de coleópteros en el hábitat edáficoola. Los autores afirman que esta comunidad se puede emplear como un indicador de la estabilidad de los agroecosistemas, específicamente del ambiente edafícola.

4.2.1 Composición y distribución de coleópteros

Las familias que conformaron el Orden Coleoptera fueron cuatro, las más abundantes fueron Melolonthidae y Carabidae, con una clara mayoría proporcional de la primera. Las menos abundantes fueron Elateridae y Tenebrionidae. En el Cuadro 5 se observa que la mayoría proporcional la ocupó la familia Melolonthidae, con porcentajes que fluctúan entre el 73% en el tratamiento Ai y el 89% en Aa. En segundo lugar apareció la familia Carabidae con un porcentaje mucho menor que el anterior, que varía entre el 6% en Aa y un 19% en T0, sin embargo, cabe señalar que esta familia juega un papel muy importante como depredador generalista de lepidópteros y coleópteros, ya que algunas especies se alimentan de huevecillos y larvas (Morón y Terrón, 1988).

Cuadro 5. Composición de coleópteros por tratamiento, ciclo 1998-1999

FAMILIA	T0		TC		Ai		Aa		Vi		Va	
	%	No.										
Melolonthidae	75	60	75	54	73	61	89	125	80	78	81	105
Carabidae	19	15	14	10	11	9	6	8	11	11	9	12
Elateridae	6	5	7	5	6	5	3	5	3	3	3	4
Tenebrionidae	-	0	4	3	10	8	2	3	6	6	7	9
Total	100	80	100	72	100	83	100	141	100	98	100	130

Ya que la familia Melolonthidae fue muy abundante y variable, se le aplicó la prueba estadística de *t* de Fisher para muestras pequeñas, entre pares de medias. Se comparó la media de TC con el resto de los tratamientos. A continuación se observa que la diferencia entre las medias de TC-Aa es significativa al 0.05, esto es, que con el 95% de probabilidad la diferencia en número de insectos se debe al efecto del tratamiento Aa. Entre TC-Va es significativa al 0.2, esto es, que con un 80% de probabilidad la diferencia en número de insectos se debe al efecto del tratamiento Va.

Al realizar el resto de las comparaciones se observó que mientras la diferencia entre medias es menor, también el nivel de significancia es muy bajo, en el Cuadro 6 se muestran los

⁵ En 1998, en la región se registró un atraso en la temporada de lluvias de un mes.

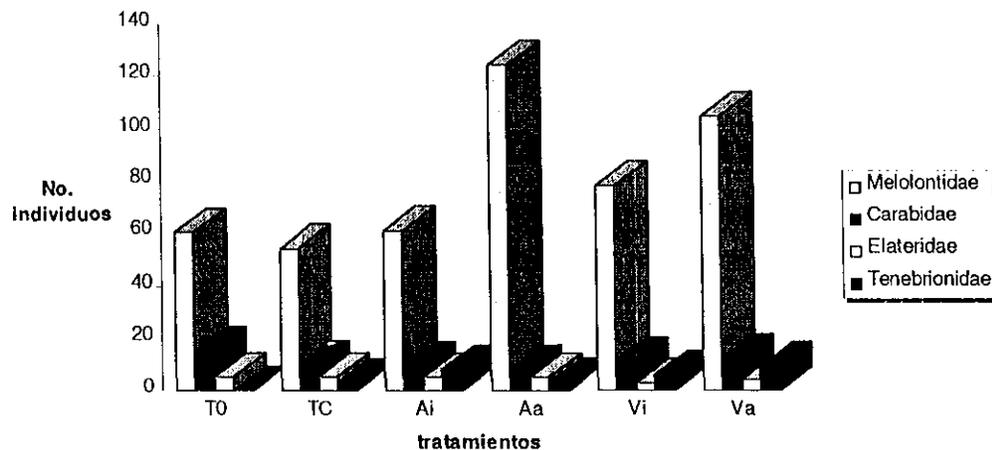
resultados donde la diferencia alcanzó más de un 70% de probabilidad por efecto del tratamiento.

Cuadro 6. Diferencia entre pares de medias de larvas de melolóntidos comparadas con TC.

TRAT.	G.L.	MEDIA	T CALCULADA	T TABLAS	P
TC	9	5,3			
TO	9	5,7	0.191	0.127	0.9
Ai	9	6,1	0.418	0.392	0.7
Vi	9	7,4	0.837	0.688	0.5
Va	9	10,3	1.527	1,33	0.2
Aa	9	11,9	2.18	2,01	0.05

En la Figura 9, se muestra que la minoría de individuos pertenecen a las familias Carabidae, Elateridae y Tenebrinidae, sin embargo, Morón y Terrón (1988), reportan a la familia Carabidae con hábitos depredadores, especialmente de lepidópteros y coleópteros, mientras que de las otras dos familias algunas especies son depredadoras. También se observa que la familia Melolonthidae es muy abundante, específicamente en los tratamientos Aa, Va y Vi.

Figura 9. Composición de coleópteros edafícolas



4.2.1.1. Distribución anual de coleópteros bajo el cultivo de maíz (abril- octubre)

Al analizar los muestreos, en todos los tratamientos la mayor proporción de coleópteros se concentró durante la temporada de crecimiento vegetativo del maíz, ésta fluctúa entre 60% en Aa y 71% en TO. El Cuadro 7, muestra la distribución de coleópteros durante el cultivo de maíz. Se observa que predominan individuos de la familia Melolonthidae y representa aproximadamente el 50% del total de los individuos en todos los tratamientos. En los

tratamientos con Aa y Va (acolchados) hay un importante incremento de individuos en comparación con TC. El resto de las familias en orden decreciente son Carabidae que fluctúa entre un 4% en Ai, Aa y un 12 % en T0, Elateridae que varía entre 2% en Aa y 6% en T0 y finalmente Tenebrionidae que fluctúa entre un 2% en Aa y un 10% en Ai.

Cuadro 7. Composición de coleópteros bajo el cultivo de maíz. 1998-1999

FAMILIA	T0		TC		Ai		Aa		Vi		Va	
	%	No.										
Melolonthidae	53	43	43	31	46	38	52	73	50	49	50	65
Carabidae	12	10	10	7	4	3	4	6	9	9	8	11
Elateridae	6	5	4	3	5	4	2	3	3	3	3	4
Tenebrionidae	0	0	4	3	10	8	2	3	6	6	7	9
Total	71	58	61	44	65	53	60	85	68	67	68	89

En el Cuadro 8 se muestran las diferencias entre medias de larvas de melolóntidos por tratamiento. Se observa que el nivel de significancia es muy bajo entre TC – Ai, T0 y Vi. El nivel aumenta en los tratamientos acolchados Va y especialmente con Aa, donde la diferencia entre medias tiene un 70% y 80% de probabilidad que se debe al efecto de los tratamientos. Al igual que en el Cuadro 7, se observó que al disminuir la diferencia entre medias, el nivel de significancia también, por lo que solo se reportan los datos más relevantes.

Cuadro 8. Diferencia entre medias de larvas de melolóntidos durante el cultivo del maíz.

TRAT.	G.L.	MEDIA	T CALCULADA	T TABLAS	P
TC	6	4.29			
Ai	6	5.43	0.600	0.539	0.6
T0	6	5.86	0.623	0.539	0.6
Vi	6	6.43	0.721	0.695	0.5
Va	6	9.0	1.086	1.83	0.3*
Aa	6	9.57	1.675	1.32	0.2*

4.2.1.2. Distribución anual de coleópteros en el período noviembre a marzo sin cultivo de maíz y rotación con avena y vicia.

Después de la cosecha de maíz, en el periodo de noviembre a marzo, el número de individuos que permanecieron en el suelo se incrementó considerablemente cuando el maíz se rotó con un cultivo de cobertura (CC). En el Cuadro 9, se puede observar que el porcentaje fluctuó desde el 28% en T0 hasta el 39% en TC y Aa.

En los tratamientos con rotación, la población de coleópteros se mantuvo más o menos con la misma proporción con respecto a TC, sin embargo el incremento en número de individuos colectados fue alto, especialmente en los tratamientos con manejo acolchado. Es muy probable que esto se debió a la mayor disponibilidad de alimento cuando hay un CC y a los efectos en el microclima cuando éste se acolcha. En cuanto a la composición de familias, se puede apreciar que la familia Melolonthidae fue la mas abundante.

Cuadro 9. Composición de coleópteros en el período noviembre - marzo

FAMILIA	T0		TC		Ai		AA		VI		VA	
	%	NO.										
Melolonthidae	21	17	32	23	28	23	37	52	30	29	31	40
Carabidae	6	5	4	3	7	6	1	2	2	2	1	1
Elateridae	1	1	3	2	1	1	1	2	1	0	1	1
Total	28	23	39	28	36	30	39	56	33	31	33	42

En el Cuadro 10 se comparó la diferencia entre la media de larvas de melolónidos de T0 con el resto de las medias, se encontró que el nivel de significancia es muy bajo con TC, Ai y Vi y que nuevamente el nivel aumenta cuando se compara con los tratamientos acolchados Aa y especialmente con Va. Lo que indica que en la comparación con Va, hay un 95% de probabilidad de que esta diferencia se debe al efecto del tratamiento y con Aa hay un 80% de probabilidad de que se debe al efecto del tratamiento. Con este resultado se puede afirmar que el manejo con acolchados favorece significativamente el incremento de larvas de melolónidos en el suelo.

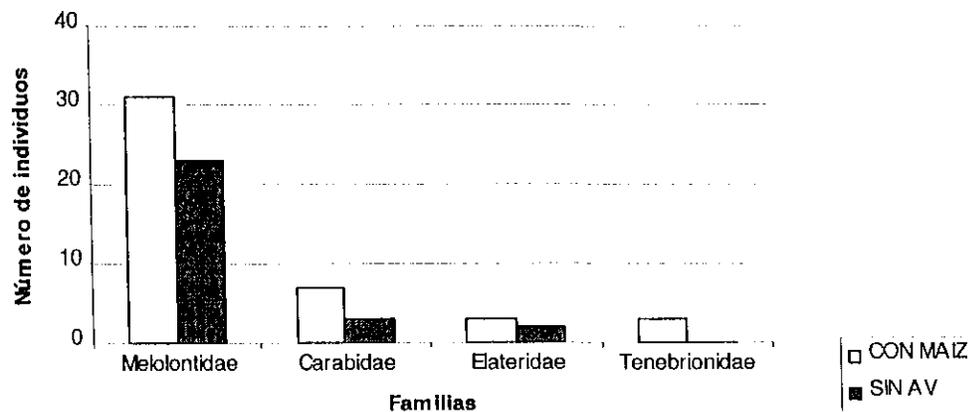
Cuadro 10. Diferencias entre pares de medias de larvas de melolónidos encontradas en el período noviembre a marzo

TRAT.	G.L.	MEDIA	T CALCULADA	T TABLAS	P
T0	2	5.33			
TC	2	7.66	0.567	0.414	0.7
Ai	2	7.66	0.641	0.569	0.6
Vi	2	9.66	1.135	0.941	0.4
Va	2	13.33	2.840	2.776	0.05
Aa	2	17.33	2.124	1.533	0.2

4.2.1.3. Distribución anual de coleópteros en ambas épocas

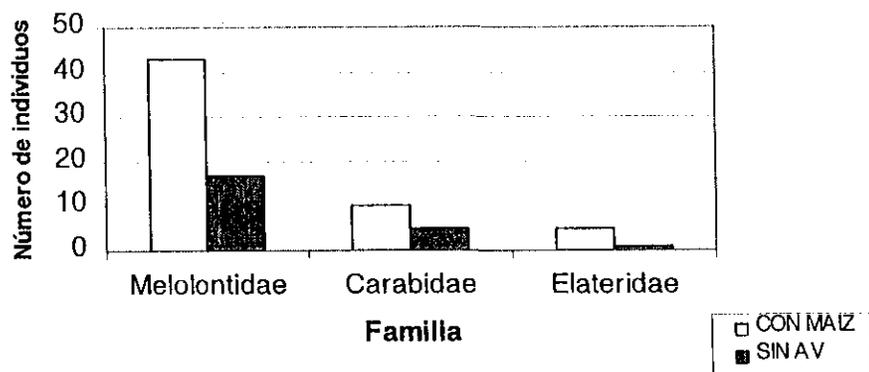
En la Figura 10 se observa que en el tratamiento TC la familia Melolonthidae es la más abundante. La mayoría de los individuos, 31 en total, se concentran durante el cultivo de maíz y 23 en el periodo de descanso, sin embargo, a pesar de la minoría numérica de la familia Carabidae y Tenebrionida, su importancia reside en el papel que juegan dentro de la cadena trófica como depredadores de las fases juveniles de melolónidos (Nájera, comunicación personal).

**Figura 10. Familias de coleópteros edafícolas.
Cultivo de maíz convencional (TC).**



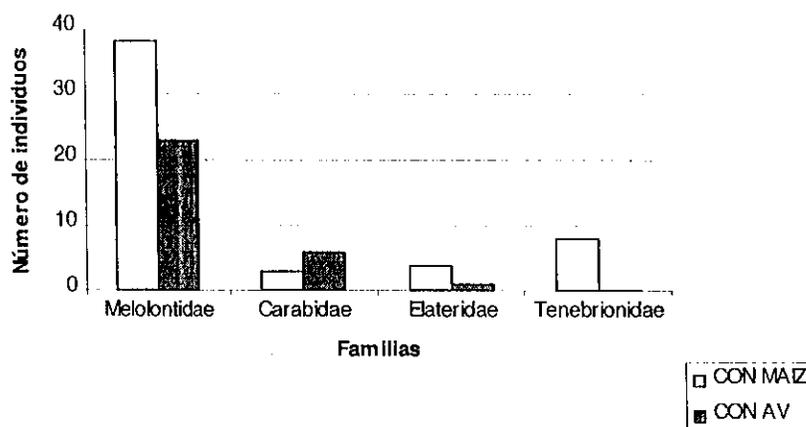
En la Figura 11 se analiza el tratamiento T0. Se registraron un total de 60 melolónidos, de los cuales 43 se concentraron durante el cultivo de maíz y 17 en el periodo de descanso. Los carábidos y elatéridos también están presentes en las dos temporadas. Mientras que de la familia Tenebrionidae no se registró ningún individuo en ambas temporadas.

**Figura 11. Familias de coleópteros.
Cultivo de maíz (T0)**



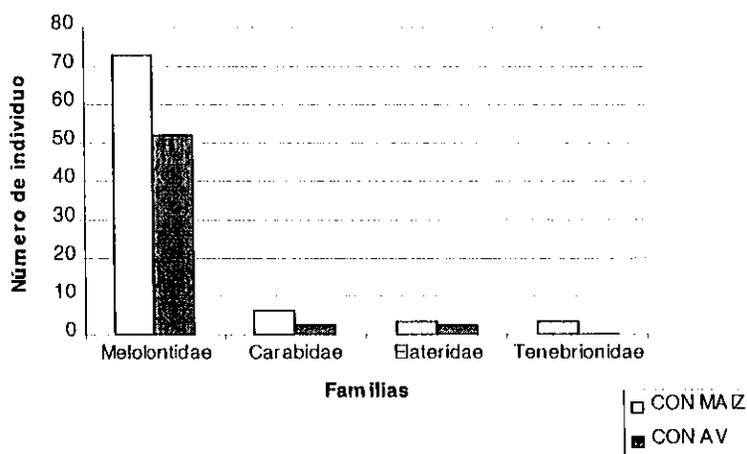
En los tratamientos rotados con avena hay un incremento en el número total de coleópteros, específicamente de la familia melolonthidae y ligeramente de la familia Carabidae. En el tratamiento Ai el 65% de la población de coleópteros se concentró bajo el cultivo de maíz y el 36% bajo el cultivo de avena. Destaca el incremento en el número de melolóntidos y la reducción de carábidos durante el cultivo de maíz. Esto puede tener un efecto negativo, ya que el incremento de larvas de melolóntidos, puede poner en riesgo la producción de un sistema basado en el cultivo de gramíneas de manera ininterrumpida (Figura 12).

Figura 12. Familias de coleópteros.
Gramínea incorporada (Ai).



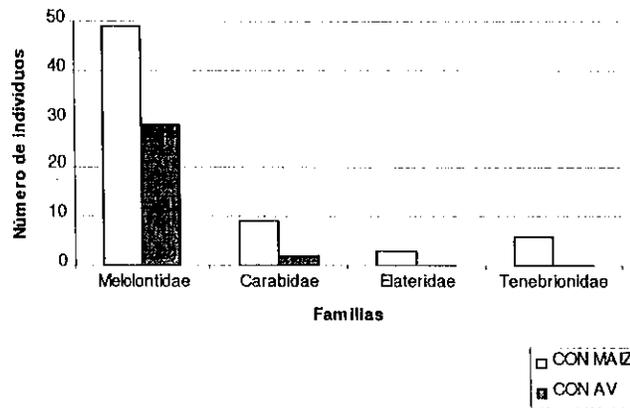
Cuando la avena se acolchó (Aa) Figura 13, el 60% de coleópteros se encontraron bajo maíz y el 40% bajo avena. El incremento de melolóntidos en ambos periodos rebasa las proporciones de TC y del resto de tratamientos, en la comparación entre medias la diferencia es significativa al 80% de probabilidad al efecto de la avena acolchada en ambas temporadas, por lo que resulta prioritario conocer su composición para determinar si estas larvas tienen hábitos rizófagos y pueden afectar el cultivo de maíz. El resto de familias parece que pierden importancia ante este aumento.

Figura 13. Número de coleópteros.
Gramínea acolchada (Aa).



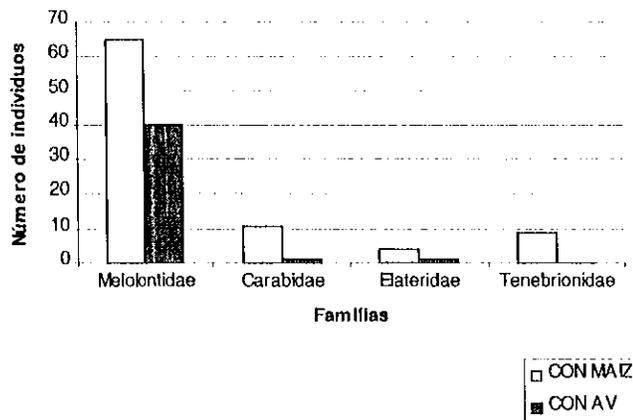
En los tratamientos rotados con *Vicia sativa*, específicamente en el tratamiento Vi, el 68% de los coleópteros se concentran bajo el cultivo de maíz y el 33% bajo el cultivo de *V. sativa* incorporada. Las familias Carabidae y Tenebrionidae registran un ligero incremento bajo el cultivo de maíz lo cual puede favorecer la regulación de la población de melolóntidos como agentes rizófagos del maíz, mientras que no se registraron individuos elatéricos y tenebriónidos durante el cultivo de vicia (Figura 14).

Figura 14. Familias de coleópteros por temporada. Leguminosa incorporada (Vi)



En el tratamiento Va, se mantuvo la misma proporción de coleópteros que en el caso anterior, sin embargo, al comparar las medias de TC-Aa, la diferencia fué significativa al 70% durante el cultivo de maíz y al 95% durante el cultivo de *V. sativa*. En la Figura 15, se registró un incremento de larvas de melolónthidos bajo maíz y vicia acolchada. En este caso el incremento de la población de carábidos y tenebrionidos bajo el cultivo de maíz es más importante ya que su función como depredadores es básica para la regulación de la población de melolóntidos, sin embargo bajo el cultivo de vicia la población de carábidos y elatéricos disminuye y la de tenebrionidos no se registra. Nuevamente se puede apreciar que el manejo de abono verde acolchado favorece a la población de melolóntidos.

Figura 15. Familias de coleópteros. Leguminosa acolchada (Va)



En los estudios sobre plagas rizófagas, la composición de coleópteros en agroecosistemas con el cultivo de una gramínea como componente vegetal principal, se ha encontrado que la familia Melolonthidae juega un papel dominante dentro del hábitat de la rizósfera. Moron *et al.* (1998), encontraron que en cañaverales, aproximadamente el 50% de coleópteros corresponden a la familia Melolonthidae. Por su parte Nájera y Valdéz (1997), y Carrillo *et al.* (1997), encontraron que en diferentes métodos de labranza para el cultivo de maíz, el 47% de la comunidad edáfica correspondió a la familia Melolonthidae.

Algunas de las observaciones registradas por Morón y Terrón (1988), sobre la fauna asociada a melolontidos, son: La familia Carabidae se compone de géneros con hábitos preponderantemente nocturnos, las larvas y adultos pueden ser carnívoros, saprófagos, omnívoros, necrófagos y algunas especies consumen semillas en germinación. El género *Calosoma* se encuentra ampliamente distribuido en el país y frecuentemente es un depredador, viven bajo piedras o troncos, dentro del suelo, o en las ramas de los árboles y arbustos. Esta familia mostró una reducción en el número de individuos en los tratamientos TC, Ai, Aa y Vi, el tratamiento que más le benefició fue Va, probablemente los cambios del microclima en el suelo favorecieron la mayor abundancia de este género.

En cuanto a la familia Elateridae se han reportados géneros de larvas que se desarrollan en el suelo consumiendo raíces, bulbos y tubérculos, o habitan dentro de troncos podridos o bajo cúmulos de materia orgánica, en donde depredan sobre las larvas de otros insectos aunque suelen ser caníbales. Esta familia no respondió a los cambios en el manejo en ninguno de los tratamientos con CC.

Sobre la familia Tenebrionidae se han reportado géneros con hábitos saprófagos, fitófagos o micetófagos, viven debajo de piedras, cortezas, troncos, en hongos, bajo hojarasca, dentro del suelo sobre plantas o productos almacenados, esta familia no respondió a la mayor oferta de recursos durante el desarrollo de los CC, ni durante el periodo de descanso con suelo desnudo de los tratamientos TC y TO, sin embargo durante el cultivo de maíz en el tratamiento en que vicia se acolchó (Va) y cuando la avena se acolchó (Aa) se registró un ligero incremento. Es probable que los cambios en el microclima del suelo y la mayor disponibilidad de materia orgánica haya favorecido a esta familia.

4.2.2. Parámetros de dinámica de poblaciones de coleópteros.

Para evaluar la dinámica poblacional de los coleópteros se determinaron los generos que se presentaron en cada familia y con esa información se calculó el índice de diversidad de Simpson de la siguiente manera:

Diversidad: $D = \sum p_i^2$ donde:

p_i = Proporción de individuos por especie

Índice de Diversidad: $ID = 1/D$

También se determinó el índice de equitatividad de Simpson y se calculó de la siguiente manera:

Índice de Equitatividad: $E = D/S$ donde:

S = número total de especies

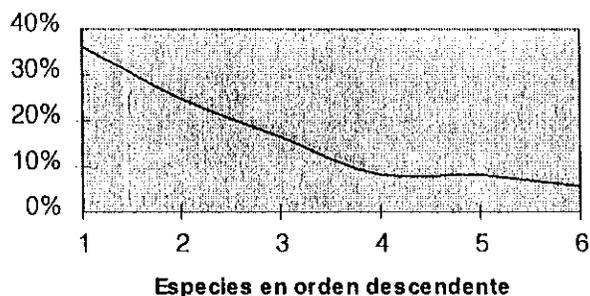
En el tratamiento TO se identificaron 6 géneros de Coleoptera, los tres más importantes fueron *Calosoma* con un 36% de la población total, *Phyllophaga* con un 25% y *Anomala* con un 17% (Cuadro 11). En este caso el índice de diversidad (ID) fué de 4.2, lo que nos indica un buen equilibrio entre los géneros, ya que los tres primeros son los más abundantes. Esto se refleja en el valor del índice de equitatividad (IE) que es de 0.7, un valor muy cercano a la unidad, lo que indicaría el perfecto equilibrio (Mangurran, 1987). Cabe aclarar que en el cuadro se designa un lugar a cada género, este lugar corresponde al eje de la X en la curva de abundancia relativa (Cálculo de índices ver Anexo 3).

Cuadro 11. Diversidad de coleópteros en T0

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Calosoma</i>	13	1	36
<i>Phyllophaga</i>	9	2	25
<i>Anomala</i>	6	3	17
<i>Diplotaxis</i>	3	4	8
<i>Aeolus</i>	3	5	8
<i>Agrotis</i>	2	6	6

En la curva de abundancia relativa, se observa que el patrón de distribución de la comunidad tiende más hacia una serie geométrica lo que representa que la distribución está dominada por los tres primeros géneros (Figura 16). Resalta la dominancia de *Calosoma*, el cual es un depredador (Morón y Terrón, 1988) sobre los géneros *Phyllophaga* y *Anomala*, dentro de los cuales se han reportado algunas especies con hábitos rizófagos. Cabe comentar que en este tratamiento no se aplicó nitrógeno al cultivo, por lo que su desarrollo fué muy bajo comparado con los tratamientos TC, Vi y Va, esto pudo haber influido en la baja población de individuos muestreados, especialmente de melolontidos.

Figura 16. A. Relativa de coleópteros en maíz (T0)



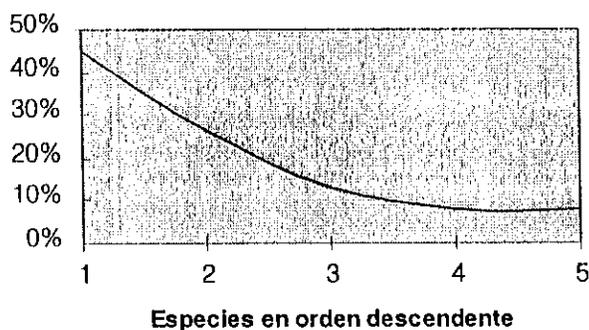
En el tratamiento TC se identificaron 5 generos. Los dos más importantes por el número de individuos fueron *Anomala* con un 45% y *Calosoma* con un 26%, como lo muestra el Cuadro 12. En este caso el ID es de 3.3, lo que nos indica la dominancia de los géneros mencionados, esto se refleja en el valor del IE que es de 0.66. Sobre el género *Calosoma* (Fam. Carabidae) Morón y Terrón (1988), han reportado que el adulto es un carábido de color negro brillante, las larvas y los adultos viven en las ramas y follaje de distintas plantas, se alimentan con larvas y pupas de lepidópteros, también es probable que se alimenten de larvas y huevecillos de melolónidos.

Cuadro 12. Diversidad de coleópteros en TC

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Anomala</i>	17	1	45
<i>Calosoma</i>	10	2	26
<i>Agriotes</i>	5	3	13
<i>Eleodes</i>	3	4	8
<i>Phyllophaga</i>	3	5	8

En la curva de abundancia relativa de la Figura 17 se observa que la distribución de las poblaciones tiende más hacia una serie geométrica lo que representa que la distribución es poco equitativa, dominando los dos primeros géneros. En este caso es importante que *Calosoma*, ocupe el segundo lugar ya que es probable que bajo estas condiciones se comporte como un depredador generalista consumiendo huevos y larvas de melolónidos.

Figura 17. A. Relativa de coleópteros en maíz convencional (TC)



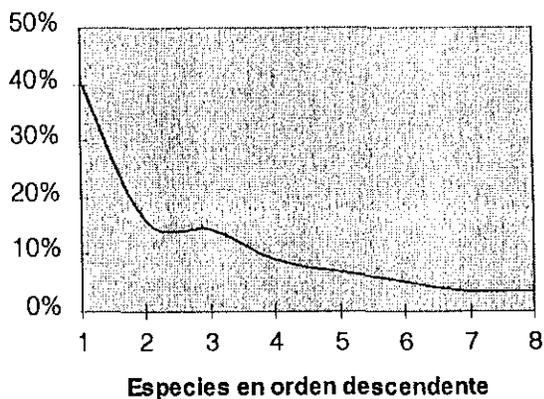
En los tratamientos con rotación aumentó el número de especies de coleópteros. Cuando se cultivó avena y ésta se incorporó con labranza convencional, se identificaron 8 generos y los tres más importantes por el número de individuos fueron *Anomala* con un 41%, *Calosoma* con un 16% y *Agriotes* con un 14% (Cuadro 13).

Cuadro 13. Diversidad de coleópteros en Ai

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Anomala</i>	23	1	41
<i>Calosoma</i>	9	2	16
<i>Eleodes</i>	8	3	14
<i>Phyllophaga</i>	5	4	9
<i>Diplotaxis</i>	4	5	7
<i>Agriotes</i>	3	6	5
<i>Aeolus</i>	2	7	4
<i>Macroductylus</i>	2	8	4

En este caso el ID es de 4.3, lo que nos indica que la diversidad esta ligeramente dominada por los géneros mencionados, esto se refleja en el valor del IE que solo alcanza el 0.53, aunque en este caso los géneros pertenecen a tres familias diferentes. En la curva de la Figura 18, se observa claramente como los 5 primeros géneros definen una serie logarítmica (Mangurran, 1987) que representa a una distribución poco mas equitativa que la geométrica. Sobre el género *Eleodes* (Tenebrionidae) cuyas larvas son conocidas como "falsos gusanos de alambre" y los adultos como "pinacates", las larvas viven en suelos arenosos o con alto contenido de materia orgánica, se alimentan de semillas en germinación o raíces. Los adultos consumen tallos tiernos de diversas plantas (Morón y Terrón, 1988). Esto sugiere que este tipo de larvas responden a la mayor disponibilidad de materia orgánica que ofrece la avena incorporada, lo que puede representar un riesgo para el cultivo de maíz.

Figura 18. A. Relativa de coleópteros en maíz-avena incorporada (Ai)



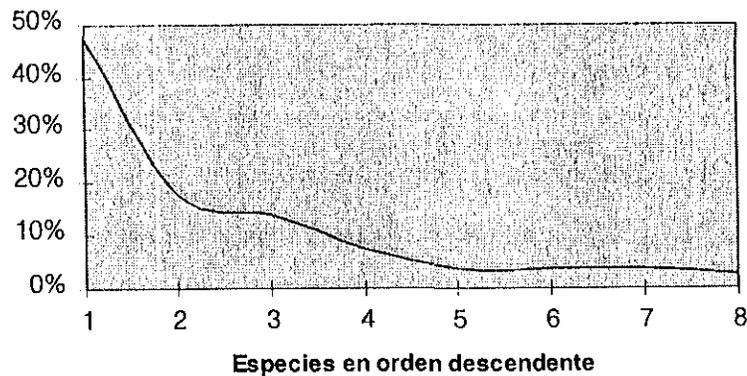
Cuando se cultivó maíz, se rotó con avena y ésta se acolchó, en el tratamiento Aa, se identificaron 8 géneros, donde los tres más importantes por el número de individuos fueron *Diplotaxis* con un 49%, *Anomala* con un 19% y *Phyllophaga* con un 14% (Cuadro 14). En este caso el ID es de 3.5, lo que nos indica que la tendencia de la diversidad esta dominada por las especies mencionadas, esto se refleja con un bajo valor del IE de 0.43, sin embargo en éste caso los tres géneros pertenecen a la misma familia.

Cuadro 14. Diversidad de coleópteros en Aa

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Diplotaxis</i>	38	1	48
<i>Anomala</i>	14	2	18
<i>Phyllophaga</i>	11	3	14
<i>Calosoma</i>	6	4	8
<i>Aeolus</i>	3	5	4
<i>Eleodes</i>	3	6	4
<i>Macroductylus</i>	3	7	4
<i>Agriotes</i>	2	8	3

En la curva de abundancia relativa, de la Figura 19, se observa claramente como los 4 primeros géneros definen una serie logarítmica lo que representa una distribución mas equitativa que en el caso de la geométrica. Sin embargo, como ya se mencionó los tres géneros dominantes pertenecen a la misma familia, los cuáles se han reportado con especies de hábitos rizófagos estrictos (Morón, 1986), lo que puede representar un riesgo para el sistema de producción. Sobre los géneros *Agriotes* y *Aeolus* (Fam. Elateridae) se ha reportado que sus larvas son conocidas como “gusanos de alambre” y los adultos como “cocuyos” o saltadores (Morón y Terrón, 1988), los hábitos de éstos géneros no se han descrito específicamente, por lo que es probable que presenten hábitos rizófagos y entomófagos.

Figura 19. A. Relativa de coleópteros en maíz-avena acolchada (Aa)



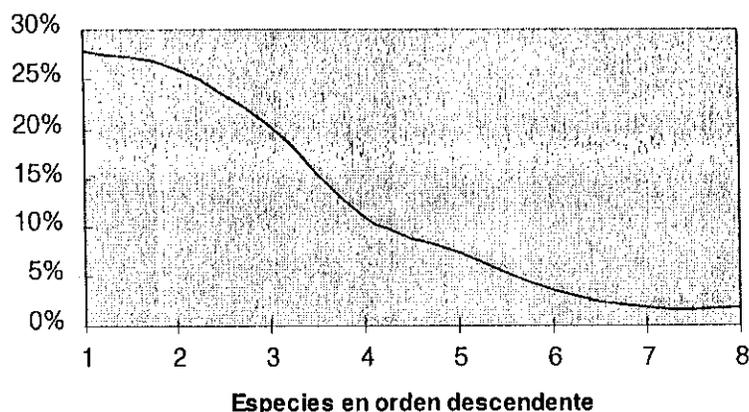
Cuando se cultivó maíz y se rotó con vicia y ésta se incorporó, en el tratamiento Vi, se identificaron 8 generos. Resalta la distribución más equitativa entre los más dominantes en comparación con los tratamientos anteriores. Los más importantes por el número de individuos fueron *Anomala* con un 28%, *Diplotaxis* con un 26% y *Calosoma* con un 20% (Cuadro15). En este caso el ID fue 4.9, lo que nos indica que la tendencia de la diversidad esta ligeramente dominada por las 5 primeras especies, esto se refleja en el alto valor del IE de 0.6.

Cuadro 15. Diversidad de coleópteros en Vi

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Anomala</i>	15	1	28
<i>Diplotaxis</i>	14	2	26
<i>Calosoma</i>	11	3	20
<i>Eleodes</i>	6	4	11
<i>Macroductylus</i>	4	5	7
<i>Aeolus</i>	2	6	4
<i>Agriotes</i>	1	7	2
<i>Phyllophaga</i>	1	8	2

La curva de abundancia relativa cambia drásticamente y describe claramente como los géneros más abundantes definen la serie denominada "broken stick" (Mangurran, 1987). Esta curva se presenta en comunidades con una distribución mas equitativa (Figura 20). Cabe resaltar que *Calosoma* se recupera y vuelve a ocupar uno de los primeros lugares, este cambio en el patrón de diversidad puede provocar una mejor regulación de larvas con hábitos rizófagos.

Figura 20. A. Relativa de coleópteros en maíz-vicia incorporada (Vi)



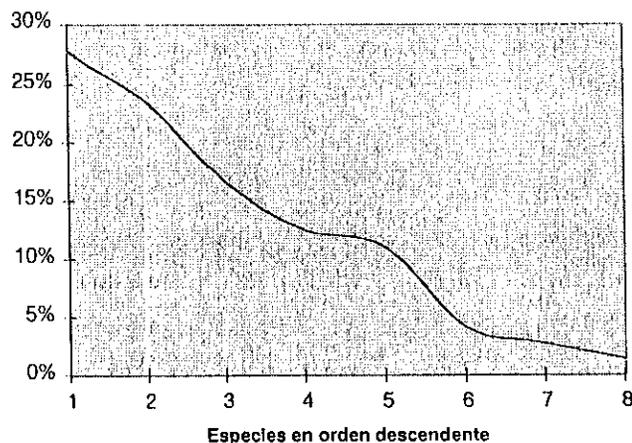
Cuando la leguminosa se acolcha y se cultiva con labranza mínima, en el tratamiento Va, se identificaron 8 géneros donde los tres más importantes por el número de individuos fueron *Diplotaxis* con un 28%, *Anomala* con un 24% y *Calosoma* con un 17% (Cuadro 16). En este caso, el ID es de 5.22, lo que nos indica que la tendencia de la diversidad es alta, y el IE también con un valor de 0.65.

Cuadro 16. Diversidad de coleópteros en Va.

ESPECIE	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Diplotaxis</i>	20	1	28
<i>Anomala</i>	17	2	24
<i>Calosoma</i>	12	3	17
<i>Eleodes</i>	9	4	13
<i>Phyllophaga</i>	8	5	11
<i>Agriotes</i>	3	6	4
<i>Macrodactylus</i>	21	7	2
<i>Aeolus</i>	1	8	1

En la Figura 21, la curva de abundancia relativa similar al caso anterior se describe una serie que también se ajusta a la conocida como "broken stick", que refleja una distribución equitativa. Las series descritas en los tratamientos Vi y Va sugieren que cuando se rota con un cultivo de diferente grupo (gramínea – leguminosa) el genero *Calosoma* se recupera y forma parte de las especies más abundantes, y con ello contribuye a regular la abundancia de algunas especies rizófagas.

Figura 21. Abundancia relativa de coleópteros en Maiz-vicia acolchada Va



4.2.3. Composición de macroartrópodos edafícolas.

Al comparar los índices de diversidad (ID) y equitatividad (IE) de cada tratamiento del Cuadro 18, se observa que en los tratamientos de maíz en monocultivo (T0 y TC). Se obtuvieron índices de diversidad bajos con índices de equitatividad altos debido a que la dominancia de la familia Melolonthidae y Carabidae son muy evidentes y comparten ese nicho en forma equitativa. Esta relación tan estrecha probablemente se debe a que el género que dominó entre los carábidos fue *Calosoma*, el cual se ha reportado como un depredador de adultos de *Phyllophaga* (Coleóptera: Melolonthidae) (Morón, 1986) y de larvas de lepidópteros (Morón y Terrón, 1988). La otra familia que posiblemente juega un papel importante en la regulación de rizófagos es la familia Elateridae cuyos géneros *Aeolus* y *Agriotes* se describen con hábitos tanto rizófagos como entomófagos.

Mientras que en los tratamientos rotados con un cultivo de cobertura el ID aumenta un poco cuando se rota con otra gramínea (Ai y Aa) y los valores de equitatividad son bajos porque el nicho permite que aumente la dominancia de los géneros más abundantes. Se registró un incremento de 2 géneros de melolónthidos y un elatérico, en comparación con el tratamiento en monocultivo (TC). La misma tendencia encontró Nájera (1997), en la región de Indaparapeo y Ajuno en el estado de Michoacán.

Cuando se rota con una leguminosa (Vi y Va) los valores de ID aumentan con respecto a los casos anteriores y la equitatividad mantiene valores altos, ya que el nicho permite que aumente el número de géneros menos abundantes y se distribuyan equitativamente. En este caso el valor de los índices de diversidad en general aumento y también el de equitatividad. Los valores más altos se alcanzaron en la rotación con una leguminosa especialmente en el tratamiento de Va, y el más bajo en la rotación con una gramínea en el tratamiento Aa.

Lavelle *et al.* (1994), afirman que la combinación de factores entre el suelo y residuos, determinan la diversidad de las especies en la comunidad edafícola, ya que ésta es muy sensible a la disponibilidad de alimentos, recursos y condiciones microclimáticas. Sin embargo, al mismo tiempo que alterar dichas condiciones puede representar un riesgo para la comunidad y estabilidad del recurso suelo, también puede representar una alternativa para manipular estas condiciones en aras de la producción agrícola (Morón, 1986 y Nestel *et al.*, 1993).

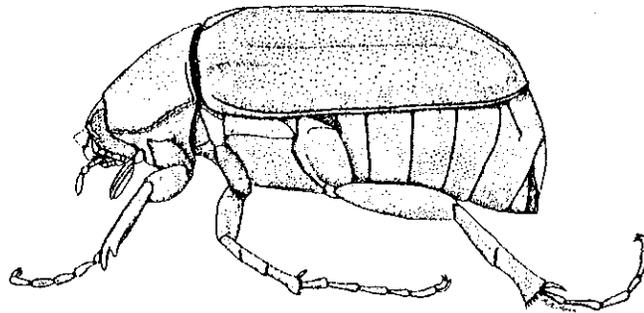
Cuadro 18. Indicadores de diversidad y de equitatividad de coleopteros

Tratamiento	Índice Diversidad (ID)	Índice Equitatividad (IE)
T0	4.2	0.70
TC	3.3	0.66
Ai	4.3	0.53
Aa	3.5	0.43
Vi	4.9	0.60
Va	5.22	0.65

Debido a que la mayoría de los coleópteros determinados en la presente investigación, pasan más de la mitad de su vida como larvas dentro del suelo, se considera que su papel ecológico en este recurso es determinante para regular su estabilidad. Lavelle *et al.* (1994),

plantean que el potencial de la fauna edáfica cumple ciertas funciones básicas para mantener la fertilidad y estabilidad del recurso. La mayoría de las larvas que viven dentro del suelo son geófagos y se alimentan de materia orgánica (MO). En este proceso producen residuos fecales que pasan a formar parte de los macroagregados del suelo, brindando mayor fertilidad y resistencia de los agregados contra la erosión.

Los adultos (Ilustración 2), habitan entre la superficie y en el interior del suelo construyendo túneles y galerías, con ello, remueven la capa superior de residuos hacia el interior, favoreciendo la descomposición y distribución de la MO, humedad y oxígeno en el suelo. Recientemente se ha demostrado que prácticas que eliminan la fauna edáfica son insostenibles en el largo plazo por el deterioro del recurso suelo.



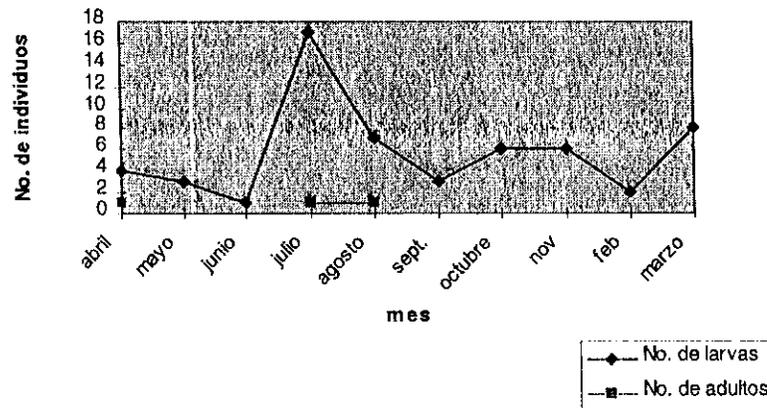
Ilust.2 *Phyllophaga (Phytalus) trichodes* (Bates). (Morón, 1986)

4.3 Composición y distribución anual de la familia Melolonthidae.

La composición de la familia Melolonthidae se formó por los géneros *Anomala*, *Diplotaxis*, *Macroductylus* y *Phyllophaga*, en cada tratamiento se presentó una estructura diferente dependiendo de la abundancia de cada género. Cabe recordar que la colecta se realizó en la rizósfera, a 15 cm del tallo de maíz, por lo que el número de individuos colectados es bajo en todos los tratamientos.

En el tratamiento T0 se registraron 58 larvas de “gallina ciega”, con un promedio por cepellón de 1.18 larvas (ver Anexo 2). En la Figura 22, se observa que la mayoría de larvas se encuentran durante julio y agosto con un ligero repunte en marzo. Se determinaron el 32% de los individuos y los géneros presentes en orden descendente fueron *Phyllophaga*⁶ con un 50%, *Anomala* con un 44% y *Diplotaxis*⁷ con un 6% (ver Cuadro 18). Se colectaron 3 adultos en el suelo, dos adulto en el mes de julio del género *Diplotaxis* y uno del género *Anomala*.

Figura 22. Distribución anual de larvas y adultos de melolontidos T0.

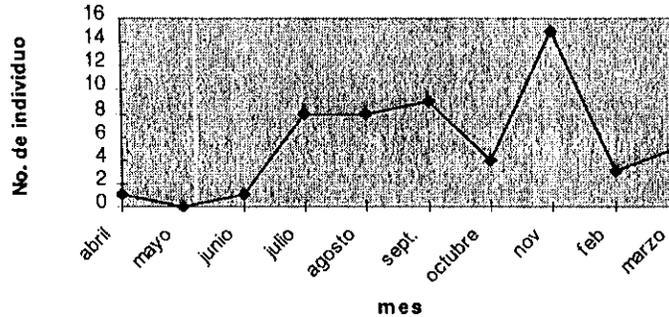


⁶ En la determinación taxonómica solo se trabajó con larvas de 2 cm a 3 cm para los generos *Anomala*, *Phyllophaga* y *Macroductylus*.

⁷ En la determinación taxonómica del genero *Diplotaxis* solo se trabajó con larvas de entre 6 mm a 1 cm.

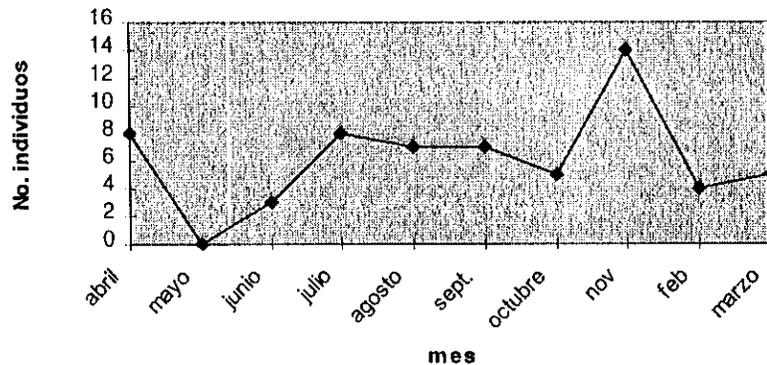
En el tratamiento TC se registraron 54 individuos con un promedio por cepellón de 1.12 larvas. En la Figura 23 se observa que la mayoría de larvas se encuentran en los meses de julio a septiembre con un incremento en noviembre. Se determinaron el 40% de los individuos y los géneros más abundantes fueron *Anomala* con un 85% y *Phyllophaga* con el 15% restante.

Figura 23. Distribución anual de larvas de melolontidos en TC



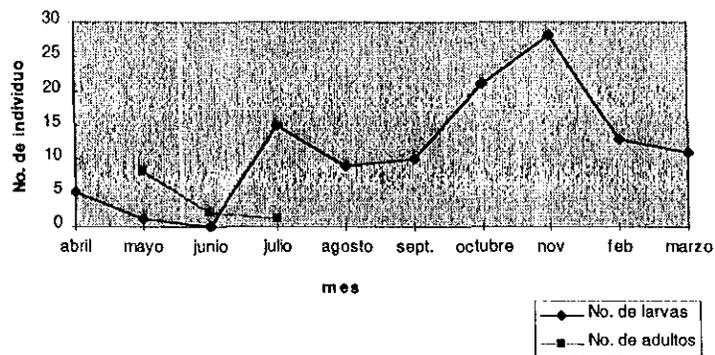
En el tratamiento Ai se registraron 61 individuos con un promedio por cepellón de 1.27 larvas. En la Figura 24, se aprecia que la mayoría de larvas se encuentran en los meses de abril, julio, agosto, septiembre y octubre con un incremento en noviembre. Se determinaron el 56% de los individuos y los generos presentes en orden descendente fueron *Anomala* con un 68%, *Phyllophaga* con un 15%, *Diplotaxis* con un 12% y *Macroductylus* con un 6%.

Figura 24. Distribución anual de larvas de melolontidos en Ai



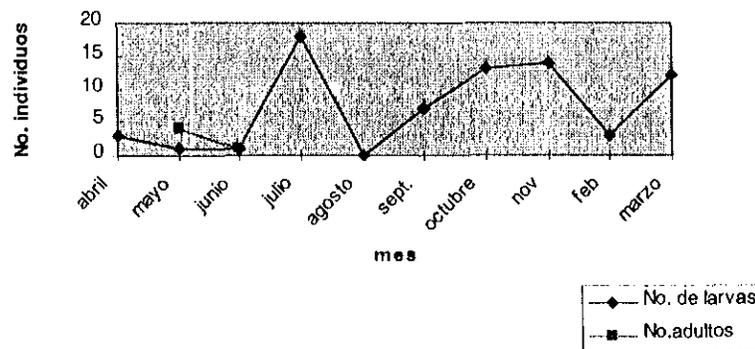
En el tratamiento Aa se registraron 113 individuos con un promedio por cepellón de 2.3 larvas, lo que representó un importante incremento de individuos, en la Figura 25, se aprecia que la mayoría de los individuos se encuentran durante julio a marzo con un repunte en noviembre, cuando el CC tiene un mes de establecido. Se colectaron 12 adultos en el suelo durante los meses de mayo a julio, seis del género *Diplotaxis*, cinco del género *Anomala* y uno del género *Phyllophaga*. Se determinaron el 59% de los individuos y los generos presentes en orden descendente fueron *Diplotaxis* con un 57%, *Anomala* con un 21%, *Phyllophaga* con un 18%, y *Macroductylus* con un 4%.

Figura 25. Distribución anual de larvas y adultos de melolontidos en Aa.



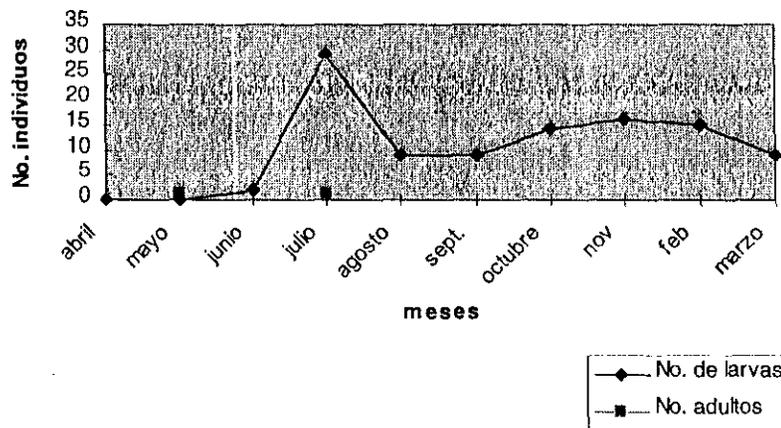
En el tratamiento Vi se registraron 72 individuos, con un promedio por cepellón de 1.5 larvas. En la Figura 26, se observa que la mayoría de larvas se encuentran en los meses de septiembre a marzo con un incremento en julio. Se colectaron cinco adultos en el suelo en mayo y julio, cuatro del género *Diplotaxis* y uno del género *Anomala*. Se determinaron el 47% de los individuos y los géneros presentes en orden descendente fueron *Anomala* con un 44%, *Diplotaxis* con un 41%, *Macroductylus* con un 12% y *Phyllophaga* con un 3%.

Figura 26. Distribución anual de larvas y adultos de melolontidos en Vi.



Finalmente en el tratamiento Va se registraron 103 individuos con un promedio por cepellón de 2.14 larvas, como en el tratamiento Aa se registró un importante incremento en el número de larvas colectadas. En la Figura 27 se observa que la mayoría de los individuos se encuentran de septiembre a noviembre, esto es durante la fase final del cultivo de maíz y el establecimiento del CC, con un repunte en julio y marzo, durante el cultivo de maíz. Además se colectaron dos adultos en el suelo durante los meses de mayo y junio, ambos del género *Diplotaxis*. Se determinaron el 46% de los individuos y los géneros presentes en orden descendente fueron *Diplotaxis* con un 42%, *Anomala* con un 36%, *Phyllophaga* con un 17%, y *Macroductylus* con un 4%.

Figura 27. Distribución anual de larvas y adultos de melolontidos en Va.



En el Cuadro 18 se concentra la información antes descrita, el número de larvas por cepellón fluctuó entre 1.18 a 2.3 larvas y el porcentaje de larvas útiles para la determinación fue de 32% en T0 hasta 59% en Aa. Las larvas que no se determinaron, fue por que se encontraban en las primeras fases de desarrollo por lo que resultaba muy difícil reconocer las características propias de cada género.

Cuadro 18. Concentrado de la determinación taxonómica de la familia Melolonthidae. 1998-1999

Trat.	No. individuos	Larvas/ cepellón	Porcentaje Determinado (%)	<i>Anomala</i> %	<i>Phyllophaga</i> %	<i>Diplotaxis</i> %	<i>Macroductylus</i> %
T0	58	1.18	32	44	50	6	
TG	54	1.25	40	85	15		
Ai	61	1.27	56	68	15	12	6
Aa	113	2.3	59	21	18	57	4
Vi	72	1.5	47	44	3	41	12
Va	103	2.14	46	36	17	42	4

4.3.1. Estimación de diferencias significativas entre medias de especies.

La prueba de t de Fisher solo se aplicó a los géneros *Anomala*, *Phyllophaga* y *Diplotaxis* por su abundancia numérica. Para efectos de la presente investigación la diferencia entre medias se agrupo en dos niveles: Se considero a las medias del grupo "a" con una diferencia altamente significativa, esto es, con un 70% o mas de probabilidad de que la diferencia se debió al efecto del tratamiento y a las medias del grupo "b" donde la diferencia es no significativa, con un 69% o menos de probabilidad del efecto del tratamiento.

En el Cuadro 19, se muestran las medias de larvas del género *Anomala* y los grados de libertad (G.L.) por tratamiento, como se observa el valor fluctúa entre 1.2 larvas en el tratamiento T0 hasta 2.87 en Ai. Al determinar la diferencia entre medias en comparación con T0 se registró un aumento de larvas en los tratamiento con abonos verdes. Esta diferencia alcanzó un nivel altamente significativo en los tratamientos con *Vicia sativa* seguido de TC y finalmente con Avena sativa. Por lo que se concluye que los tratamientos alternativos influyen en la población de la comunidad de melolóntidos.

Cuadro 19. Medias del género *Anomala*

Trat.	G.L.	Media
T0	4	1.2
Va	6	2.4
Vi	5	2.5
Aa	4	2.8
TC	5	2.83
Ai	7	2.87

En el Cuadro 20, se muestra el valor de t calculada, el nivel de significancia (P) y la clasificación por grupo. En el grupo "a" se encuentran las comparaciones entre pares con T0, donde la diferencia fue altamente significativa ya que para Va y Vi hay una probabilidad del 95% y de 90% respectivamente, de que la diferencia se debe al tratamiento. En los pares T0 con TC y Ai se alcanzó una probabilidad de un 80% de que la diferencia se debe al efecto del tratamiento, mientras que en el par T0 – Aa fue de un 70%. En el grupo "b" quedaron el resto de comparaciones donde la probabilidad de la diferencia entre medias por efecto del tratamiento fueron no significativas con valores desde un 40% hasta un 10%.

Cuadro 20. Diferencia entre Pares de medias del genero *Anomala* por tratamiento ciclo 1998-99

Tratamiento	t calculada	P	Gpo
TO	Va	2.54	0.05 a
	Vi	2.23	0.1 a
	TC	1.39	0.2 a
	Ai	1.78	0.2 a
	Aa	1.19	0.3 a
Va	Ai	0.5584	0.6 b
	TC	0.4136	0.7 b
	Aa	0.3418	0.8 b
	Vi	0.16	0.9 b
Vi	Aa	0.2286	0.8 b
	TC	0.2869	0.8 b
	Ai	0.394	0.8 b
Aa	TC	0.0236	
	Ai	0.0676	
TC	Ai	0.0327	

a. Altamente significativa

b. No significativa

En el caso del genero *Diplotaxis* la media presento valores desde 0 en el caso de TC hasta de 7.6 larvas en Aa, como se muestra en el Cuadro 21. Se registro un importante incremento de este género, especialmente en los tratamientos Va y Aa, lo que nos indica la influencia de los acolchados en la fluctuación de la población.

Cuadro 21. Medias del genero *Diplotaxis* por tratamiento

Trat.	G.L.	Media
TC	4	0
Ai	3	1
TO	1.5	1.5
Vi	4	2.8
Va	3	5
Aa	4	7.6

En cuanto a la diferencia entre medias, en comparación con TC y Ai, la mayoría de los tratamientos alcanzaron un nivel altamente significativo, lo que indica que el efecto del tratamiento con abonos verdes si afecta la dinámica de la población de este género. En el Cuadro 22 se muestra el valor de la t calculada para el genero *Diplotaxis*, en el grupo "a" se encuentran todas las comparaciones con TC, con Ai y las de Vi, con 90% de probabilidad en la mayoría, y un 95% en los casos en que el manejo de los abonos verdes, sea *Vicia* o

avena, son acolchados. En el grupo "b" se encuentran los tratamientos T0-Vi, T0- Aa y Va-Aa con un nivel de probabilidad de 60%.

Cuadro 22. Diferencia entre Pares de medias del genero *Diplotaxis* por tratamiento ciclo 1998-99

tratamientos	t calculada	P	Gpo
TC	Ai	nd	
	TO	5.671	0.01 a
	Vi	3.811	0.01 a
	Va	3.87	0.01 a
	Aa	3.821	0.01 a
Ai	Va	2.719	0.05 a
	Aa	2.926	0.05 a
	Vi	2.16	0.1 a
	To	1.633	0.2 a
TO	Va	1.576	0.2 a
	Vi	1.04	0.4 b
	Aa	1.27	0.4 b
Vi	As	2.26	0.1 a
	Va	1.42	0.2 a
Va	Aa	1	0.4 b

a. Altamente significativa

b. No significativa

nd. No hay dato

Para el género *Phyllophaga* la media fluctuó entre 1 y 2.5 larvas por muestra (ver Cuadro 23), se observa que la población de este género es muy baja con una fluctuación entre medias mínima, sin embargo cabe mencionar que el tratamiento que menos le favoreció es Vi. A pesar de que este género no es importante, como plaga agrícola, en la cuenca alta de la zona estudio⁸, el efecto de los tratamientos en que se rota una gramínea con una leguminosa da indicios sobre la regulación de melolónthidos y control de la rizofagia como una alternativa para una estrategia de manejo integrado de plagas.

Cuadro 23. Medias del genero *Phyllophaga* por tratamiento

Trat.	G.L.	Media
TC	2	1
Vi	1	1
Va	4	1.6
Aa	4	2.2
T0	3	2.25
Ai	1	2.5

⁸ Miguel Nájera R. Comunicación personal.

Al comparar las medias con TC, en el Cuadro 24 se muestra la t calculada, donde la diferencia entre medias fue en la mayoría de los casos no significativa, solo en los pares TC-Aa y TC-TO la diferencia alcanzó un 70% de probabilidad, lo que indica en el primer caso la influencia del tratamiento con avena acolchada sobre el incremento de larvas de *Phyllorhaga* (Ilustración 3), en el segundo caso la influencia de un cultivo sin nitrógeno, donde el desarrollo del mismo fue bajo con plantas cloróticas y sin fructificación.

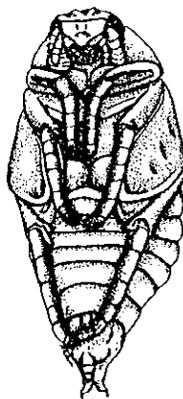
Cuadro 24. Diferencia entre Pares de medias del genero *Phyllorhaga* por tratamiento ciclo 1998-99

tratamientos	t calculada	P	Gpo
TC	Vi	nd	
	Aa	1.22	0.3 a
	TO	1.41	0.3 a
	Va	1.12	0.4 b
	Ai	0.93	0.5 b
Vi	Aa	0.746	0.5 b
	TO	0.861	0.5 b
	Va	0.686	0.6 b
	Ai	0.759	0.6 b
Va	Aa	0.718	0.5 b
	To	0.8145	0.5 b
	Ai	0.773	0.5 b
Aa	Ai	0.193	0.9 b
	TO	0.0471	b
TO	Ai	0.1592	0.9 b

a. Altamente significativa

b. No significativa

nd. No hay dato



Ilust. 3 Vista ventral pupa *Phyllorhaga* (P.) *brevidens* (Bates). (Morón, 1986)

4.4. Fluctuación de la población de la comunidad de melolóntidos.

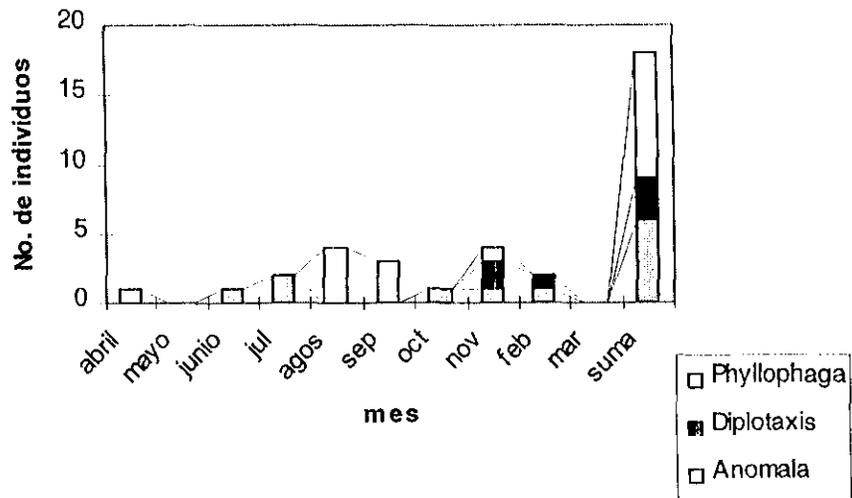
En términos generales se ha identificado a las larvas de melolóntidos como una de las principales plagas que afectan al cultivo del maíz. Algunos autores (Morón *et al.*, 1998; Nájera, 1998 y Deloya, 1998) reconocen que este impacto lo provoca un complejo o una comunidad de “gallinas ciegas”.

Según Price (1975), se entiende por comunidad a la coexistencia interdependiente de un conjunto de poblaciones de diferentes especies. La estructura de una comunidad se describe por el número de especies que la conforman, su distribución y abundancia.

Debido a la alta proporción de individuos de la familia Melolonthidae en todos los tratamientos y por los hábitos rizófagos de algunas especies relacionadas con la reducción en el rendimiento de maíz se analizó su dinámica poblacional y su comportamiento como comunidad.

En el tratamiento TO, se presentaron tres géneros, en la Figura 28 se muestra claramente como la población de *Phyllophaga* fue la más abundante con un pico en el mes de agosto, *Anomala* se presentó en junio, julio y de octubre a noviembre, mientras que *Diplotaxis* se presentó en noviembre y febrero con muy pocos individuos. Es interesante observar como las especies se alternan en el tiempo lo cual puede sugerir que ocupan un mismo hábitat (rizósfera) pero nichos diferentes, sobre las características de cada género se puede consultar el anexo 4.

Figura 28. Fluctuación de la población por generos en T0



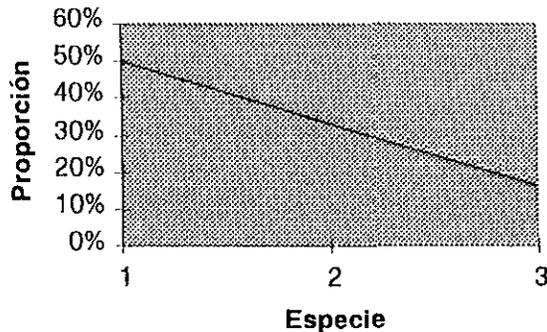
En el Cuadro 25 se puede observar el número de individuos por género, el lugar que ocupan por abundancia en orden descendente y el porcentaje que representan de la población total. El género *Phyllophaga* es el más abundante representa el 50% de la población total, le sigue el género *Anomala* con un 33% y finalmente *Diploaxia* con un 17%. Con esta información se calculó el índice de diversidad (ID) que es de 2.5 y el índice de equitatividad (IE) que es de 0.85 (Cálculos en Anexo 3), lo que puede indicar que el dominio está compartido entre las dos primeras especies más abundantes.

Cuadro 25. Diversidad de melolóntidos en T0

GENERO	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Phyllophaga</i>	9	1	50
<i>Anomala</i>	6	2	33
<i>Diploaxia</i>	3	3	17

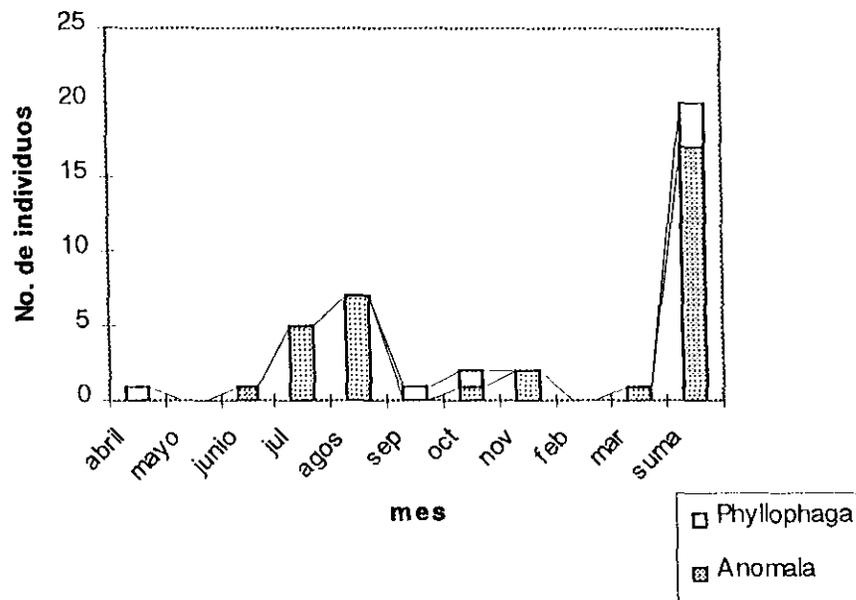
La Figura 29 representa la curva de abundancia relativa de los géneros, el número de especie en la gráfica corresponde al señalado en el cuadro 25. Se observa que en T0, con ese patrón de abundancia se describe una serie de tipo geométrico (Mangurrán, 1986), lo que indica una fuerte dominancia de los dos géneros más abundantes *Phyllophaga* y *Anomala*, ambos reportados con hábitos rizófagos estrictos (Morón y Terrón, 1988).

Figura 29 Abundancia relativa de melolontidos en T0



En el tratamiento TC se presentaron dos géneros (Figura 30), *Anomala* desde el mes de junio con un importante incremento en agosto, posteriormente *Phyllophaga* en septiembre. En octubre concurren los dos géneros y finalmente en noviembre únicamente *Anomala*. En el mes de marzo se presentaron algunos adultos de *Anomala* y en abril de *Phyllophaga*, ambos géneros, aparentemente se coordinan para compartir el hábitat y evitar la competencia.

Figura 30. Fluctuación de la población por generos en TC



En términos generales en los tratamientos TO y TC *Anomala* presentó la mayor parte de su población entre junio y agosto con una interrupción de un mes y otro pico de abundancia entre octubre y noviembre y *Phyllophaga* entre agosto y septiembre, únicamente. Ambos géneros concentran la mayor parte de su población durante la etapa de crecimiento del cultivo. En los dos tratamientos resalta la dominancia de ambas especies, lo que puede representar un problema para el cultivo de maíz. Cabe señalar, que durante el desarrollo del experimento, no se detectó algún impacto negativo en el cultivo, por plagas rizófagas.

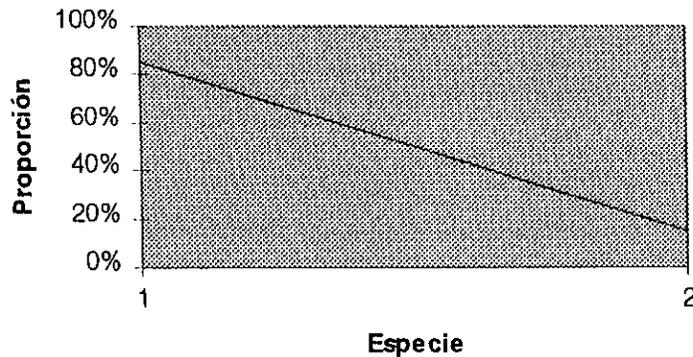
En cuanto a la dinámica de población en el tratamiento TC, en el Cuadro 26 se observa que el género *Anomala* es el más abundante y que representa el 85% de la población total, mientras que el género *Phyllophaga* apenas si representa el 15% del total. El ID es de 1.3 y el de IE de 0.67, lo que indica un bajo nivel de diversidad y una fuerte dominancia del hábitat por *Anomala*.

Cuadro 26. Diversidad de melolóntidos en TC

GENERO	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Anomala</i>	17	1	85
<i>Phyllophaga</i>	3	2	15

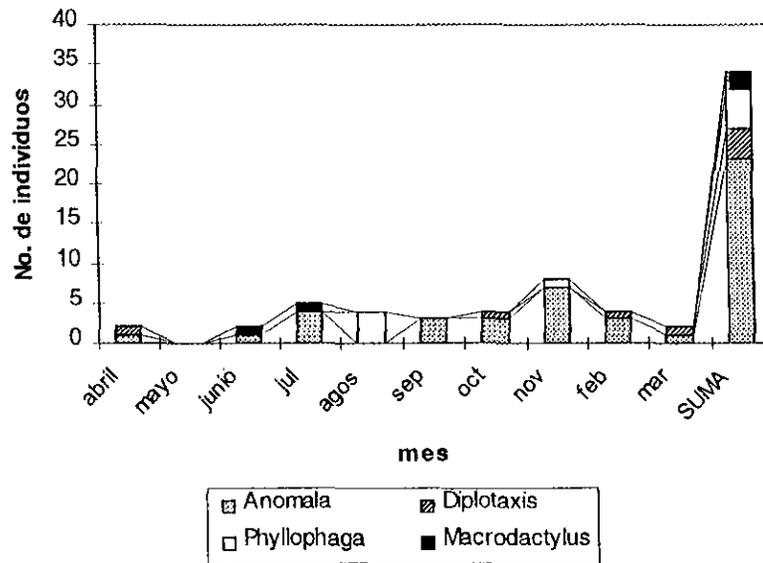
En la Figura 31 se observa que con el patrón de abundancia de estos dos géneros se describe una serie de tipo geométrico, lo que indica una fuerte dominancia de *Anomala*, en el cual se han reportado algunas especies con hábitos rizófagos estrictos.

Figura 31. A. Relativa de melolontidos TC



Cuando el cultivo de maíz se rotó con otra gramínea se registró un aumento de diversidad de géneros y fuertes cambios en la fluctuación de la población. En el tratamiento Ai aumentó la diversidad con la ocurrencia de *Diplotaxis* y *Macroductylus*. En la Figura 32 se muestra que la población de *Anomala* se mantiene constante a lo largo de todo el año, concurre con *Macroductylus* durante junio y julio, la primera se prolonga hasta febrero con dos picos de abundancia en julio y noviembre. *Phyllophaga* ocurre entre agosto y noviembre. *Diplotaxis* se desarrolla durante el periodo de octubre a marzo cuando está el cultivo del avena.

Figura 32. Fluctuación de la población por generos en Ai



Comparando esta figura con la Figura 30 de TC, *Anomala* registró una reducción de un 21% en el periodo crítico de junio a septiembre y un aumento de un 35% de individuos a lo largo de todo el año mientras que *Phyllophaga* se presentó en casi el doble de individuos.

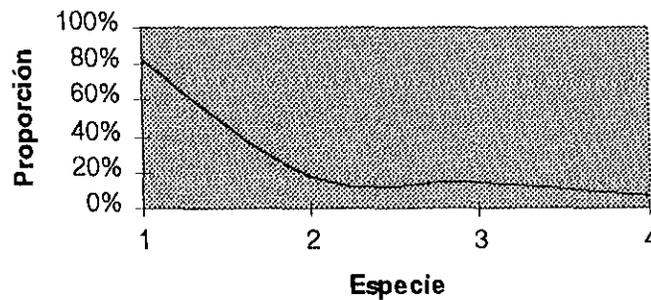
En la Cuadro 27 se puede observar que el género *Anomala* es el más abundante y que representa el 82% de la población total, mientras que el género *Phyllophaga* apenas si representa el 18% del total. El ID tiene un valor de 1.3, que se considera bajo al igual que el del IE que es de 0.18, lo que indica un bajo nivel de diversidad y una fuerte dominancia del hábitat por *Anomala*, en este caso la influencia de las especies menos abundante (*Diplotaxis* y *Macrodatylus*) aún no se nota.

Cuadro 27. Diversidad de melolóntidos en Ai

GENERO	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Anomala</i>	23	1	82
<i>Phyllophaga</i>	5	2	18
<i>Diplotaxis</i>	4	3	14
<i>Macrodatylus</i>	2	4	7

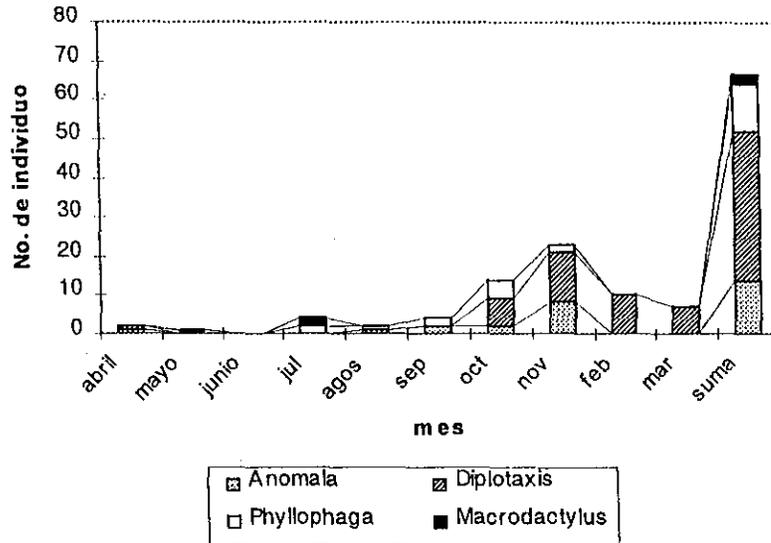
En la Figura 33 se observa que con el patrón de abundancia de estos cuatro géneros, se describe una serie de tipo geométrico, lo que indica una fuerte dominancia del hábitat por *Anomala*.

Figura 33. A. Relativa de melolontidos en Ai



En el tratamiento Aa (Figura 34), *Diplotaxis* se incrementa a partir de octubre con un impacto prácticamente nulo para el maíz, no así para la avena, mientras que *Phyllophaga* y *Anomala* concurren en el hábitat simultáneamente de agosto a noviembre con una muy baja abundancia de individuos, al igual que *Macrodatylus* en julio.

Figura 34. Fluctuación de la población por generos en Aa



Comparado con TC (Figura 30), la población de *Anomala* se reduce un 64% en el periodo de julio a octubre y la de *Phyllophaga* triplica su número, lo que puede representar un problema para el cultivo de maíz, ya que en éste género se han reportado algunas especies muy agresivas para el cultivo de maíz.

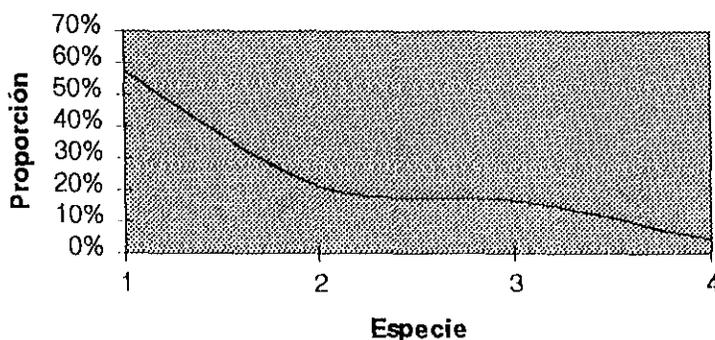
La dinámica poblacional en el tratamiento Aa cambia drásticamente como se muestra en el Cuadro 28, el género *Diplotaxis* es el más abundante, representa el 58% de la población total, mientras que el género *Anomala* representa el 21% del total, seguido por *Phyllophaga* con un 17%. El ID tiene un valor de 2.5 y el de IE de 0.61, lo que indica que las relaciones entre los géneros se está equilibrando, aunque *Diplotaxis* esté dominando en la comunidad de melolóntidos.

Cuadro 28. Diversidad de melolóntidos en Aa

GENERO	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Diplotaxis</i>	38	1	58
<i>Anomala</i>	14	2	21
<i>Phyllophaga</i>	11	3	17
<i>Macroductylus</i>	3	4	5

En la Figura 35 se observa un cambio en el patrón de abundancia, esta serie describe una tendencia logarítmica (Mangurrán, 1986), la dominancia ha sido desplazada hacia *Diplotaxis* lo cual puede representar una ventaja para el cultivo de maíz, no así para el cultivo de la avena.

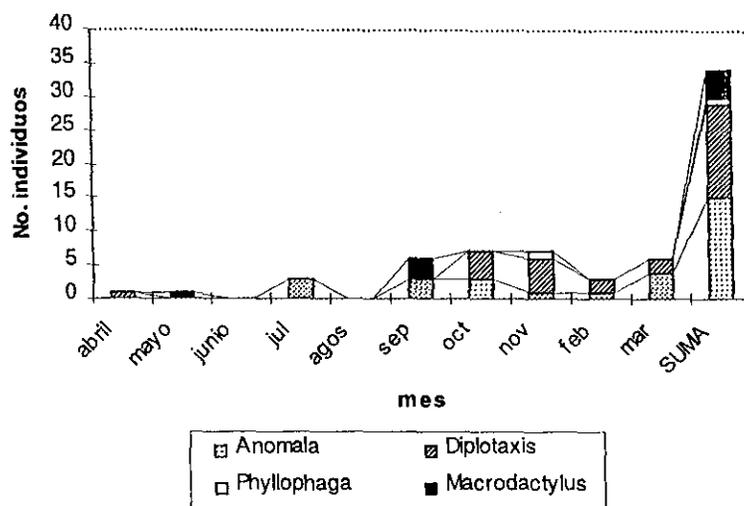
Figura 35. A. Relativa de melolontidos en Aa



En resumen, en los tratamientos con rotación de avena, *Anomala* se mantuvo presente mas tiempo. Cuando la avena se incorporó se mantuvo hasta abril con una ligera proporción de *Diplotaxis*, y cuando la avena se acolcho su ciclo se detuvo hasta noviembre espacio en que ocurrió *Diplotaxis* hasta marzo. *Phyllophaga* y *Macroductylus* por su parte, registraron un incremento, especialmente en el tratamiento con acolchado. La rotación con avena resulta negativa para el sistema de producción en términos de biodiversidad ya que *Anomala* incrementa su abundancia y por lo tanto su dominancia, lo cual puede tener efectos muy negativos para el cultivo de maíz.

Cuando el cultivo de maíz se rotó con una leguminosa se registró un aumento de diversidad y mayores cambios en la fluctuación de la población. En el tratamiento Vi la población de *Anomala* se mantiene a lo largo del ciclo sin presentar un pico de abundancia claro (Figura 36). La población de *Macroductylus* tiene un ligero aumento en septiembre y *Diplotaxis* se mantiene de octubre a marzo. En este caso su incremento no es tan explosivo como en los tratamientos con Avena acolchada.

Figura 36. Fluctuación de la población por generos en Vi



Comparando la población de *Anomala* con la de TC (Figura 30), se observa una disminución de un 35% en el periodo de junio a octubre y *Phyllophaga* queda claramente desplazada, lugar que aparentemente ocupa *Macroductylus*.

En el Cuadro 29 se puede observar que el género *Anomala* es el más abundante y que representa el 44% de la población total mientras que el género *Diplotaxis* representa el 41% del total, lo cual no representa un problema para el maíz. *Macroductylus* ocurrió con un 12% y finalmente *Phyllophaga* queda reducida a un 3% de abundancia. En cuanto al ID este es de 2.9 con un IE de 0.65 lo que refleja que la distribución está siendo más equitativa. Estos datos sugieren que es posible manipular la población de *Anomala* y *Phyllophaga* mediante cambios en el manejo del agroecosistema con beneficios tanto al cultivo de maíz como al equilibrio en la comunidad de melolóntidos.

Cuadro 29. Diversidad de melolóntidos en Vi

GENERO	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Anomala</i>	15	1	44
<i>Diplotaxis</i>	14	2	41
<i>Macroductylus</i>	4	3	12
<i>Phyllophaga</i>	1	4	3

4.5. Composición de la Familia Melolonthidae y su relación con el agroecosistema.

En la presente investigación se determinaron 4 géneros de la comunidad de melolóntidos, los cuales presentaron variaciones en su población, dependiendo de las condiciones de cada tratamiento., estos son: *Anomala* con una abundancia que fluctuó entre el 21% en el tratamiento Aa hasta 85% en TC. *Phyllophaga* con una abundancia que fluctuó entre el 3% en el tratamiento Vi hasta 50% en T0, *Diplotaxis* con una abundancia que fluctuó entre el 6% en el tratamiento T0 hasta 57% en Aa y *Macroductylus* con una abundancia que fluctuó entre el 4% en el tratamiento Aa y Va hasta 12% en Vi.

Nájera (1998), reportó para 5 subprovincias de la región templada de Michoacán 47 especies de melolontidos asociados a agroecosistemas de maíz, de las cuales distingue por su abundancia a *Phyllophaga* que ocupa el 81.7%, *Macroductylus* con un 11.8%, *Anomala* con un 2.4%, *Ligyris* con 2.1%, *Diplotaxis* con 1.3% y *Cyclocephala* con 0.7%. Comparando estos datos con los registrados en la presente investigación queda claro que la distribución encontrada no corresponde a la misma proporción citada. Esto se debe a que el estudio de Nájera es de una escala mayor y que se concentró en el cultivo de maíz.

En base a los resultados de la presente investigación, es muy probable que la región de estudio se encuentre en una zona que por sus características agroecológicas favorece la abundancia de *Anomala* y *Diplotaxis*. Morón (1986), menciona que el número de especies y predominio de melolóntidos depende de la ubicación altitudinal y longitudinal, grado de perturbación del ecosistema, abundancia y diversidad de otras especies de melolóntidos con hábitos similares que puedan representar un competidor por los recursos del hábitat. También explica que el genero *Phyllophaga* se distingue por su agresividad ecológica para dominar agroecosistemas inestables, lo cual no se presenta en la región de estudio ya que las parcelas para la producción de maíz se localizan en valles intermontanos rodeados de bosques de Pino – Encino. Estas se dejan con algún periodo de descanso y prácticamente no se aplican insecticidas en la región.

Morón (1996); Magaña y Rivera (1998) y Morón y Nogueira (1998), han señalado que el ecosistema en que se han hecho menores observaciones de la familia Melolonthidae es en el bosque templado de *Quercus* y coníferas que ocupa el 20.5% del territorio, donde se han reportado 45 especies en total, una de las razones del bajo registro se debe a la falta de estudios en las zonas montañosas del país. Dada la abundancia de los géneros *Anomala* y *Diplotaxis* en esta región, es probable que se encuentren algunas especies de estos géneros y que aún no hayan sido reportadas.

La fluctuación de las especies a lo largo del ciclo mostró que la mayor proporción de larvas se concentraron durante el cultivo de maíz entre el mes de marzo a octubre, sin embargo, la dinámica cambió cuando se introdujo un cultivo de rotación ya que el género *Diplotaxis* tuvo un incremento explosivo y *Anomala* aparentemente se adaptó a la oferta de recursos y alargó su ciclo manteniendo una población moderada de noviembre a marzo.

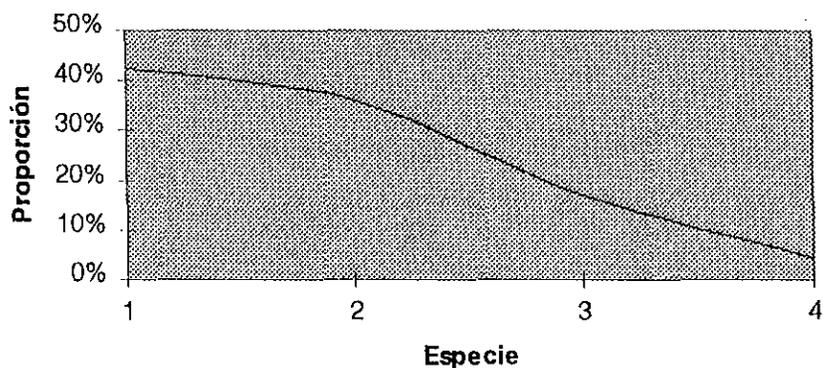
En el Cuadro 30 se muestra que el género *Diplotaxis* es el más abundante, representa el 43% de la población total, la cual no representa un problema para el maíz pero sí para *V. sativa*, mientras que el género *Anomala* representa el 41% del total, seguido por *Phyllophaga* con un 17% y finalmente *Macroductylus* queda reducida a un 4% de abundancia. En cuanto al ID este es de 2.9 y el de IE de 0.72 lo que refleja que la distribución es la más equitativa.

Cuadro 30. Diversidad de melolontidos en Va

GENERO	NO. INDIVIDUOS	LUGAR	PORCENTAJE (%)
<i>Diplotaxis</i>	20	1	43
<i>Anomala</i>	17	2	36
<i>Phyllophaga</i>	8	3	17
<i>Macroductylus</i>	2	4	4

Esto se refleja claramente en la Figura 39, donde la curva de abundancia relativa describe la serie de "broken stick" caracterizado por comunidades equitativas y maduras.

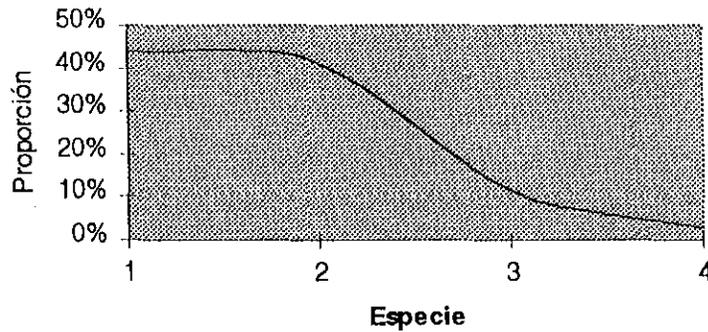
Figura 39. A. Relativa de melolontidos en Va



En resumen, cuando se rotó el cultivo de maíz con una leguminosa, el género *Anomala* registró una importante reducción, aunque se mantuvo presente desde junio hasta marzo en una baja proporción. En este caso *Diplotaxis* presentó un importante incremento a partir de octubre (cuando se estableció el cultivo de *V. sativa*). Cuando la leguminosa se incorporó, *Phyllophaga* prácticamente desapareció, aunque *Macroductylus* ocurrió en este espacio, principalmente en septiembre. Cuando la leguminosa se acolchó, se registró el más alto índice de equitatividad (IE=0.72) debido a que *Phyllophaga* registró un ligero aumento en agosto y *Anomala* una reducción en comparación con TC. En términos de biodiversidad los tratamientos más eficientes son Va y Vi. De los 4 géneros registrados en la presente investigación, se infiere que para la agricultura de ladera de la región, el género que puede representar un riesgo para el cultivo de maíz es *Anomala* y para vicia *Diplotaxis*, aunque el incremento de la población de ambos géneros se puede regular mediante la incorporación de una leguminosa como abono verde.

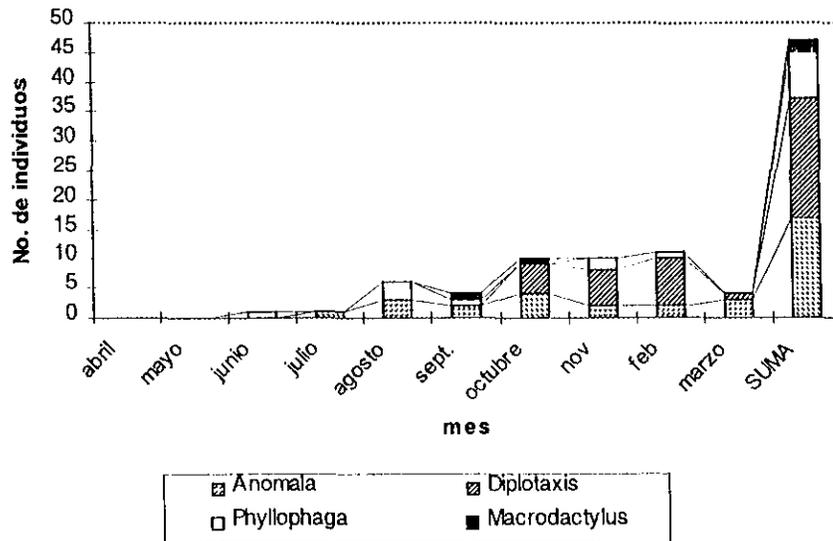
Lo anterior se refleja en la curva de abundancia relativa de la Figura 37 la cual describe la serie conocida como "broken stick model" (Mangurran, 1986), característica de comunidades maduras con una distribución más equitativa de los recursos del hábitat.

Figura 37. Abundancia relativa de melolontidos de VI



En el tratamiento Va, la población de *Anomala* se mantiene a lo largo del ciclo con ligeras fluctuaciones entre octubre a febrero (Figura 38). La población de *Phyllophaga* reaparece en forma intermitente en junio, agosto, septiembre y noviembre. *Macroductylus* se presenta en septiembre y octubre con muy pocos individuos. La población de *Diplotaxis* tiene un comportamiento similar al tratamiento Vi.

Figura 38. Fluctuación de la población por generos en Va



Al comparar la población de *Phyllophaga* con la de TC en la Figura 30, se observa un incremento en el número de individuos lo que puede representar un problema para el maíz, mientras que la de *Anomala* registró una reducción de un 28% en el periodo de junio a octubre.

Price (1975), señala que hay cinco factores que determinan el número de especies que contiene una comunidad dada. El primer factor es el histórico que se refiere al tiempo disponible para la colonización, le siguen dos factores externos importantes, estos son: el número potencial de colonizadores que se refiere al tamaño del conjunto de especies de donde pueden provenir los colonizadores, el otro factor es la distancia entre los recursos y los colonizadores. Finalmente, hay dos factores internos, uno es el tamaño del biotipo⁹ que influye sobre la diversidad del mismo y el otro es la interacción entre las especies que depende en parte de la estructura de la diversidad. El número de especies en las comunidades de artrópodos dependen de las necesidades básicas que éstas tienen de explotar los recursos y no compartirlos, de hecho, el número de especies depende de la variedad de recursos y la diversidad de biotipos.

La calidad de los recursos es otro factor que influye en el número de especies que pueden coexistir, por lo que se puede suponer que a medida que aumente la calidad de recursos, aumenta la diversidad de especies, sin embargo, se ha reportado que las especies abundantes, tanto de fauna como de flora, se caracterizan por dominar en recursos con excedentes de nutrimentos, luz o agua. En resumen la calidad y cantidad de los recursos influyen en el tamaño del hábitat¹⁰, que está íntimamente conectado con la organización de la comunidad y la estructura de la diversidad. Esto es, los factores del biotipo que influyen en el número de especies de una comunidad son: el número de recursos disponibles, el tamaño del rango de calidad de cada recurso y la calidad del recurso en cada categoría de calidad.

En la distribución de las poblaciones de cada comunidad por tratamiento, se identificó al factor histórico como el tiempo desde que se inició la rotación con cultivos de cobertura, esto es, desde 1996. Es probable que después de tres ciclos las especies colectadas hayan tenido tiempo suficiente para colonizar y que se encuentren en un nivel de organización interactivo entre las especies en el sistema alternativo.

Sobre los factores externos como el número potencial de colonizadores en la zona de estudio, no hay reportes anteriores, se sabe que en la región las especies más comunes asociadas a agroecosistemas de maíz son *Phyllophaga*, *Macrodactylus*, *Anomala*, *Ligyrus* y *Diplotaxis* (Nájera, 1998), por lo que es probable que el conjunto de especies colonizadoras sea *Macrodactylus* y *Diplotaxis*, ya que, *Phyllophaga* y *Anomala* son dominantes en el sistema convencional.

En cuanto a la distancia entre el recurso y las especies colonizadoras es probable que sea corta ya que las parcelas agrícolas están rodeadas por bosques de Pino - Encino, donde se ha reportado que las especies de los géneros *Macrodactylus* y *Diplotaxis* pasan el otoño e invierno.

Sobre los factores internos del biotipo, se definió como biotipo al agroecosistema de maíz y el cultivo de cobertura, haciendo énfasis en el área de la rizósfera, donde los recursos disponibles varían temporalmente. Durante primavera - verano son el sistema radicular del

9 Biotipo.- se refiere al ambiente en que la comunidad existe.

10 Habitat.- se aplica a las condiciones abióticas y bióticas en que las especies coexisten.

maíz donde se concentró la mayor población de larvas y en otoño – invierno, los recursos son el sistema radicular de los cultivos de cobertura y el suelo desnudo con restos de rastrojo, donde se concentró la tercera parte de larvas.

En cuanto a la calidad de los recursos podemos inferir que para el tratamiento T0 y TC la mejor calidad de los recursos se concentra durante la fase vegetativa del maíz ya que al iniciar la cosecha quedan raíces lignificadas y secas, hay poca humedad, y cambios bruscos de temperatura en el suelo. Mientras que bajo cultivos de cobertura, el incremento en la calidad y cantidad de los recursos en la rizósfera resulta muy evidente ya que podemos apreciar el incremento de larvas en términos generales. Cabe mencionar que los tratamientos con acolchado en comparación con los tratamientos en monocultivo, además de ofrecer mayores recursos alimenticios, ofrecieron condiciones microclimáticas favorables para la oviposición y desarrollo de larvas especialmente de *Diplotaxis*, sobretodo en el tratamiento Aa. En los tratamientos incorporados disminuye la población de *Anomala* durante el cultivo de maíz (marzo a octubre). Sin embargo, el periodo reproductivo parece que se alarga hasta el cultivo de rotación. *Phyllophaga* por su parte, no registra un aumento significativo, incluso parece que es desplazada por *Macroductylus*.

Sí comparamos los tratamientos con abonos verdes y sistemas convencionales para la producción de maíz, se puede considerar que se registró un incremento de larvas en todos los tratamientos, especialmente cuando se practica labranza cero y acolchado. Carballo (1996), hizo una revisión sobre los efectos de diferentes métodos de labranza en la incidencia de *Phyllophaga* en Costa Rica. En el Cuadro 31, se puede apreciar que los métodos de labranza reducida incrementan la población de esta especie, lo que no quiere decir que aumente el impacto al cultivo principal.

Cuadro 31.- Relación entre sistema de labranza y *Phyllophaga spp*

Método de labranza	Efecto	Autor
L. convencional (LC) + remoción de maleza vs. L. Mínima (LM) + remoción parcial del pasto	Reducción de larvas, de 1.6 larvas/planta en LC a 0.4 larvas/planta en LM	Rivers <i>et al.</i> , 1997
L. convencional en maíz	Reduce larvas por exposición a parasitoides y depredadores.	Musick y Pretty, 1974
L. cero (L0) vs. LC	Aumento de larvas en L0 (1.5-1.7 larvas en rastrojo) a 0 larvas en LC	Carballo y Saunders, 1990
L0 + herbicida vs. LC	Aumento la pérdida de plántulas por larvas en L0	Shannon <i>et al.</i> , 1992
L. mínima	Aumento de larvas en manchones de rastrojo viejo, redujo el ataque al cultivo nuevo	Shannon <i>et al.</i> , 1989
L0 + residuos	La población de larvas se concentró en rastrojo viejo y no atacó al nuevo.	Shannon <i>et al.</i> , 1989
Surcado + maleza incorporada vs. LM sin surco + maleza acolchada	Reducción de larvas de 3 larvas/m ² en el surcado a 2 larvas/m ² en LM	Ling, 1985
Suelos volcánicos ligeros con raíces fibrosas (pastos) y alta materia orgánica	Aumenta la concentración de larvas en la zona de pastos	Ling, 1985

Adaptado de: Manuel Carballo, 1996.

Nájera (1997), observó la misma tendencia en labranza de conservación, donde registró un incremento de la población de plagas rizófagas y fauna benéfica a un nivel significativo en los tratamientos de L0+100% de residuos, en L0+66% de residuos y en L0+ 33% de residuos, lo que provocó mayor estabilidad en el sistema, comparándolo con L0 sin residuos y aplicación de insecticidas. Gassen (1993), también reportó un incremento de larvas en L0 de *Diloboderus abderus* (Coleóptera: Melolonthidae) en el sur de Brasil.

En cuanto al empleo de coberturas, en el mismo artículo se hace una revisión sobre los efectos de éstas sobre la población de larvas en diferente cultivo. En el Cuadro 32, podemos apreciar que en presencia de cultivos de cobertura o maleza donde predominan las gramíneas y en suelos no compactos, hay un aumento de larvas de *Phyllophaga*, mientras que cuando en la cobertura dominan, las leguminosas no parecen ser muy atractivas. Esto sugiere que la rotación con leguminosas puede ser útil para romper el ciclo de esta especie o disminuir su dominancia como se observó en los tratamientos Vi y Va.

Cuadro 32. Relación entre cobertura del suelo e incidencia de *Phyllophaga spp*

Práctica	Efecto	Autor
Cubierta de gramíneas + maleza <i>versus</i> Suelo desnudo	Aumenta la oviposición en gramíneas de <i>P. menestriesi</i>	King, 1995
Presencia de raíces vivas	Determina la sobrevivencia de <i>P. menestriesi</i> de <i>P. vicina</i>	King, 1995
Bagazo de caña <i>versus</i> Raíces de maíz	Aumenta la sobrevivencia de larvas en el bagazo	King, 1995
Presencia de pastos y cercas vivas en áreas barbechadas	Aumenta el número de larvas en las áreas con vegetación	King, 1995
Franjas deshierbadas <i>versus</i> franjas empastadas	Las larvas se concentran en las franjas empastadas	Kard <i>et al.</i> , 1987
Gramíneas <i>versus</i> Trébol +pasto muerto	Aumenta en número de larvas en gramíneas	Kard, 1988
Pasto denso	Ideal para oviposición	Kard, 1987-88
Yuca + cobertura de malezas de gramíneas	Aumentó la correlación de larvas	Hruska, 1987
Suelos no compactados	Aumentan la oviposición	Weiner y Capinera, 1980
Maíz sin maleza <i>versus</i> Maíz + franjas de pasto	Aumento el número de larvas de <i>P. enxia</i> en maíz sin maleza	Riveres <i>et al.</i> , 1977
Cobertura del suelo	Afecta la oviposición	R. Crocker <i>et al.</i> , 1999

Adaptado de: Manuel Carballo, 1996.

Gassen (1993), sugiere que el cultivo de leguminosas durante el invierno representa una alternativa para romper el ciclo de *Diloboderus abderus* ya que en verano la descomposición de estos residuos no son atractivos para esta especie, además, se han identificado algunos carábidos y elatéridos que se alimentan de larvas de dicha especie en el sur de Brasil.

Price (1975), menciona que otro factor a considerar en la composición de las comunidades es la coexistencia y competencia entre especies emparentadas (EP) o cercanas. El principio de exclusión menciona que dos especies con necesidades similares no podrán coexistir por largo tiempo, por lo que tarde o temprano la competencia por el recurso terminará por extinguir o desplazar a la especie con menor capacidad de competencia, sin embargo, si asumimos que las EP pueden tener los mismos requerimientos en cuanto a recursos, entonces estas especies competirán más fuerte entre ellas, él concluye que:

- La competencia biológica entre especies cercanas es probablemente mayor que entre especies lejanas.
- Es muy probable que especies cercanas se adapten o adecuen en ambientes similares con competencia extragenérica similar.
- El balance entre el factor físico y biológico es el que determina la sobrevivencia de las especies en un hábitat. Como se observa en la naturaleza, el promedio de sobrevivencia de una relación entre especies cercanas, parece una ventaja más que una desventaja.

Concretamente Morón (1986), mencionó cuatro estrategias observadas entre melolóntidos para reducir o evitar la competencia entre especies cercanas y aplica algunos principios de los enunciados anteriores, estos son:

- Especialización por recursos alimenticios. Hasta ahora se ha reportado que los adultos de *Phyllophaga* se alimentan de hojas de *Quercus* (23.7%), leguminosas arbustivas (17.7%) y pináceas (11.8%), mientras que *Cyclocephala* demanda especialmente los cuerpos florales.
- Distribución temporal. Se ha observado que *Phyllophaga* presenta una tendencia sobre hábitos de vuelo, alimentación y apareamiento nocturno entre las 20 y 24 horas, mientras que especies como *Anomala* y *Diplotaxis* entre las 20 y 22 horas.
- Distribución espacial. La mayoría de las especies extienden su dominio por la composición de la vegetación asociado a gradientes de altitud y orientación locales. Frecuentemente *Phyllophaga* se distribuye entre los 1000 y 2000 MSNM.
- Distribución estacional. Las especies seleccionan las condiciones más favorables para su desarrollo. La tendencia indica que en climas benignos pueden presentar dos periodos de actividad y a medida que el clima es más extremo contraen su ciclo a la temporada más benigna (entre primavera y verano).

Sobre el comportamiento de larvas en cuanto a sus preferencias alimenticias y estrategias para reducir la competencia, ha sido muy poco observado, solo se ha mencionado que algunas especies de *Phyllophaga* se comportan como polípagas y caníbales. En los tratamientos T0 y TC, las especies dominantes fueron *Phyllophaga* y *Anomala* que probablemente compiten por recursos durante el desarrollo del maíz, sin embargo, muestran alguna estrategia sobre distribución temporal para reducir la competencia. Mientras que en los tratamientos con cultivos de cobertura vemos que la población de *Diplotaxis* despliega

una estrategia de distribución estacional en la cual aprovecha los recursos de estos cultivos en el otoño - invierno, al igual que *Anomala*, pero éste, en menor proporción.

4.5.2. Diversidad y abundancia de los géneros de melolóntidos.

Al aplicar algunos indicadores para evaluar la diversidad de la comunidad de melolóntidos se observaron aspectos muy interesantes. Los tratamientos con abonos verde aumentaron la diversidad de géneros. Los índices de diversidad con valor más altos los tienen los tratamientos Vi y Va (ID=2.9) con un total de 4 géneros distribuidos tanto en el cultivo de maíz como en el cultivo de cobertura, mientras que en el tratamiento TC solo se presentaron dos géneros *Anomala* y *Phytophaga* (ID=1.3), ambos con hábitos rizófagos estrictos (Morón, 1986) aunque en el primer género se han reportado más especies con hábitos facultativos y abundantes sobre todo durante el cultivo de maíz.

Cuando se roto con una gramínea la relación de equitatividad entre los géneros disminuyó alcanzando niveles de hasta IE=0.18, haciéndose más dominante *Anomala* con respecto a los tratamientos en monocultivo (IE=0.61). Cuando se rotó con una leguminosa, la equitatividad entre los géneros se equilibra alcanzando un valor de IE=0.72, mejorando la relación entre las especies en cuanto al acceso de los recursos.

Las curvas de abundancia relativa de alguna manera reflejan la dominancia de las especies. Las series geométricas que se describen en los tratamientos con monocultivo y con rotación de gramínea (Magurran, 1987). En estos casos la abundancia de géneros es proporcional a la cantidad de recursos que se pueden utilizar. Estas series geométricas se esperan cuando hay poca diversidad de especies o cuando comienza un proceso de sucesión o cuando el recurso es limitado. La serie descrita en los tratamientos con una leguminosa corresponden al patrón conocido como "*broken stick o random nich boundary*" (Magurran, 1986 y Begon *et al.*, 1987). Este patrón refleja una relación más equitativa en la distribución del nicho¹¹ y es una expresión biológica realista de una distribución uniforme.

Price (1975), mencionó que la diversidad de especies y complejidad de la asociación entre especies son esenciales para mantener la estabilidad de la comunidad. Cita varias hipótesis que pretenden explicar la distribución de la diversidad de especies. La que mejor explica lo sucedido en los tratamientos con abonos verdes es la hipótesis de productividad que dice: a mayor producción mayor diversidad, esto es, si se aumenta la producción de un recurso que normalmente es limitado, aumenta la diversidad de especies que coexisten en el primer nivel trófico y en el resto de los niveles. Sin embargo, también es posible que la estructura y organización de la comunidad desarrollada pierda su estabilidad con el aumento del recurso limitado.

11 Nicho.- se refiere al conjunto de condiciones ecológicas bajo las cuales cada especie de una comunidad, puede aprovechar fuentes de energía tan eficiente como para reproducirse y colonizar. (Macfadyen'n, 1957, citado por Price, 1975).

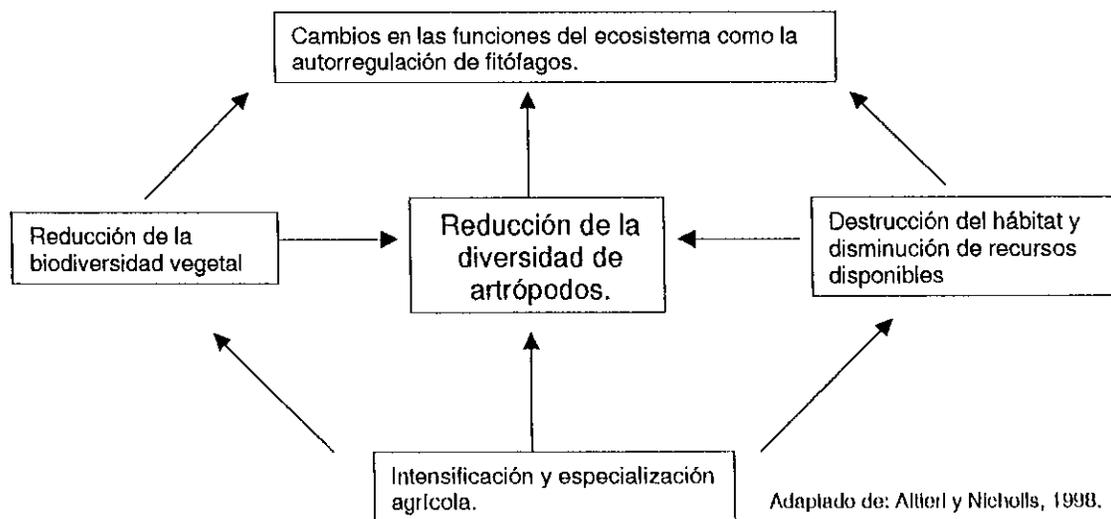
4.5.3. Incremento de la biodiversidad y su efecto en el agroecosistema.

En las secciones anteriores se explicó la estructura de la comunidad de melolóntidos y las probables causas que definen dichos patrones de diversidad, ahora cabe preguntar ¿el aumento de la diversidad es positivo para el sistema de producción?.

Como ya se ha mencionado la diversidad y el papel de la fauna edáfica ha sido ignorada por la agricultura convencional (Lavelle *et al.*, 1994; Nájera, 1997; Sánchez y Altieri, 1998; y Altieri y Nicholls, 1999). Los ecólogos sostienen que la diversidad lleva hacia la estabilidad en el ecosistema, ya que se relaciona con el sistema de homeostásis, que consiste en la tendencia a mantener y/o defender las funciones internas del ecosistema en compensación a factores externos que afectan algún componente.

Altieri y Nicholls (1999), mencionan que en investigaciones recientes se demuestra que en los ecosistemas naturales el sistema de homeostásis conduce a la sustentabilidad, producto de la biodiversidad vegetal, a través del flujo de energía, nutrientes y sinergismos biológicos. Estas formas de autoregulación se pierden progresivamente a medida que aumenta la intensificación y simplificación de los agroecosistemas, en este sentido, en el monocultivo todas las funciones de autorregulación son suplidas por el consumo de insumos químicos y externos. La inestabilidad de un agroecosistema se manifiesta cuando disminuye la productividad por el incremento de plagas y pérdida de fertilidad natural, como lo muestra la Figura 40.

Figura 40. Efectos de la intensificación agrícola en artrópodos.



Altieri y Rosset (1996); Altieri y Nicholls (1999), sugieren que la biodiversidad se puede emplear para el manejo de las plagas. Varios estudios experimentales muestran que es posible estabilizar las comunidades de insectos en agroecosistemas mediante el diseño y

construcción de arquitectura vegetal que pueda garantizar el establecimiento de poblaciones de enemigos naturales con efectos deterrentes sobre las poblaciones de fitófagos plaga.

En el caso de los cultivos de cobertura, se ha demostrado que además de influir en poblaciones de plagas, brindan una serie de servicios ecológicos que mejoran la calidad de los suelos, estabilizan el microclima lo que favorece la función de enemigos naturales y entomopatógenos y reduce la competencia de malezas.

Con respecto al incremento de larvas de melolóntidos y sus efectos en el agroecosistema, Morón (1986), registró que la biomasa de las larvas de *Phyllophaga* (Ilustración 4) tienen gran importancia como integrantes de la macroentomofauna edáfica en los ecosistemas de la Zona de Transición Mexicana, ya que se ha estimado que su biomasa en peso fresco en pastizales tropicales varía entre 28 – 159 gr/m², lo que representa entre el 25% y 95% del total de invertebrados edáficos. En bosque tropicales varía de 2 a 25 gr/m² lo que representa entre el 4 y 65% del total de biomasa. En la presente investigación la proporción de coleópteros varió entre un 79% y un 90%, de éstos la familia Melolonthidae representó más del 70% en todos los tratamientos, lo que sugiere una importante acumulación de biomasa. Por ejemplo, se colectaron larvas de *Anomala* de longitud considerable que alcanzaron hasta 3 cm de longitud, las de *Phyllophaga* 3.5 cm, las de *Macrodactylus* 2.5 cm y las de *Diploaxis* 1 cm.

Sobre los servicios ecológicos que prestan las larvas de coleópteros al agroecosistema, Gassen (1993), mencionó que mientras que los adultos cavan para hacer sus nidos y las larvas se alimentan, están favoreciendo al reciclamiento de nutrientes de la superficie hacia el interior del suelo. Estos nutrientes posteriormente serán aprovechados por las plantas, sin olvidar la función de las galerías que favorecen la infiltración de agua y aireación del suelo. También menciona que el nivel de fertilidad de la cámara larval es igual o más rico en nutrientes que el suelo de la superficie. Él reportó que en tres sitios con sistemas de labranza cero, se evaluaron el contenido de materia orgánica en la superficie y en la cámara larval, los resultados fueron que la materia orgánica del suelo era de 3.7%, 4.2% y 3.3% y el contenido de materia orgánica de la cámara larval en los mismos sitios fue de 4.5%, 3.6% y 5.6% respectivamente.



Ilustración 4 *Phyllophaga* (P.) *brevidens* (Bates). (Morón, 1986)

5. CONCLUSIONES

- 1) La introducción de cultivos de cobertura como rotación en agroecosistemas de maíz, influye en la composición de macro artrópodos edafícolas, incrementa la diversidad de coleópteros y mejora la equitatividad entre los géneros dominantes, debido a que estos cultivos representan una mayor oferta de recursos en la temporada otoño-invierno y ofrecen condiciones adecuadas para el incremento de la población.
- 2) Los cultivos de cobertura en rotación y su aplicación como abonos verdes determinan la distribución y abundancia de la comunidad de melolóntidos en el agroecosistema. Cuando el cultivo de cobertura es otra gramínea (avena) y ésta se incorpora aumenta la abundancia de *Anomala* lo que representa un riesgo para el cultivo de maíz. Si se acolcha, reduce su abundancia hasta un 64% en el periodo de julio a octubre. Cuando el cultivo de cobertura es una leguminosa (*Vicia sativa*) hay un ligero aumento en la abundancia de *Anomala* y *Phyllophaga*, si la leguminosa se incorpora se reduce la dominancia de *Anomala* y *Phyllophaga* lo que resulta muy positivo para el cultivo de maíz. Cuando se acolcha solo se reduce la dominancia de *Anomala*.
- 3) Al aumentar la diversidad vegetal aumenta la diversidad de melolóntidos con la incorporación de *Diplotaxis* y *Macroductylus*, registrándose un incremento del primero en todos los tratamientos con cultivos de cobertura, especialmente en los tratamientos con acolchados, con un nivel de confiabilidad de 90%, a pesar de que no se detectaron daños en el cultivo, *Diplotaxis* puede representar un riesgo para vicia, sin embargo su población se puede regular al incorporar el abono verde.
- 4) El manejo de cultivos de cobertura influye directamente en la estructura de la comunidad de melolóntidos. Cuando éstos se incorporan, *Anomala* tiende a alargar su ciclo y aumentar su población especialmente en el tratamiento con avena incorporada y acolchada. Cuando el cultivo se acolcha, *Anomala* tiende a reducir su dominancia, lo que provoca una relación más equitativa en el accesos a los recursos. Se logran mejores resultados en términos de diversidad y abundancia especialmente cuando la leguminosa se acolcha.
- 5) En términos de similitud en la distribución de los géneros, los tratamientos en monocultivo y maíz con avena incorporada son los que más se parecen ya que *Anomala* y *Phyllophaga* mantienen la misma proporción, mientras que en el resto de los tratamientos cambia drásticamente la proporción.
- 6) En términos de manejo del agroecosistema para la producción de maíz, el tratamiento con leguminosa incorporada (Vi) es el más recomendado, ya que reduce la población de *Anomala* durante el cultivo de maíz en un 35% y desplaza a *Phyllophaga*, en comparación con el tratamiento convencional (TC), mantiene un rendimiento de 1.8 ton/ha¹² ligeramente mayor al de la media regional que es de 1.5 ton/ha, pero inferior a TC que fue de 2.4 ton/ha; además, la rotación con una

12 Marta Astier C. Comunicación personal

leguminosa mejora la calidad del suelo por su aporte de materia orgánica y fijación de nitrógeno, que será aprovechado al siguiente ciclo por el maíz.

- 7) En cuanto a la distribución de los géneros determinados, la región templada de la cuenca alta Pátzcuaro – Zirahuén parece ser más adecuada para la proliferación de *Anomala* y *Diplotaxis*, ya que los agroecosistemas de maíz se han mantenido bajo condiciones poco perturbadas. Estas condiciones agroecológicas han permitido que este complejo de “gallinas ciegas” no representen un problema económico para los productores de la región.
- 8) La presente investigación es un acercamiento para conocer la respuesta de los macro artrópodos a la diversificación del monocultivo de maíz, sin embargo, es recomendable continuar con estudios que: i) determinen las especies que representan a los géneros determinados ii) se aclare la interdependencia entre las especies tanto en la comunidad de macro artrópodos como de melolóntidos, ii) que documenten las aportaciones o servicios ecológicos de estas comunidades al agroecosistema, para valorar su importancia en la cadena trófica del agroecosistema y iii) que se confirme la posibilidad de estabilizar a las comunidades de fitófagos mediante diseños de agroecosistemas diversificados en pro del bienestar común, incluyendo a todos los seres vivos.

6. LITERATURA CITADA

- Altieri y Letouneau. 1992. *Manipulación de insectos mediante manejo de malezas*. En: Biodiversidad, Agroecología y manejo de Plagas. M. Altieri. 1ª. Edición español. Pag. 162. Ed. CETAL Chile.
- Altieri M. y P. Rosset. 1996. *Agroecology and Conversion of Large Scale conventional systems to sustainable management*. En: Journal Environmental Studies Vol. 50 pp 165 -185. Overseas publishers association Malaysia.
- Altieri M. y C. Nicholls. 1999. *Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems*. En: Biodiversity in agroecosystems. Collins W., C. Qualset. Ed. CRC Press. USA.
- Astier M., E. Pérez Agis, F. Mota, O. Masera, y C. Alatorre. 2000. *El diseño de sistemas sustentables de maíz en la Región Purhépecha*. En: Sustentabilidad y sistemas campesino pp 271 – 324. Ed. Mundi Prensa. México
- Begon M., J. Harper, C. Townsend. 1986. *Ecology individuals, populations and communities*. Pags. 815. Sinaver Associates Inc. Publishers. Massachusetts. USA.
- Bishop W., W. Davis, F. Watson. 1984. *Physical and mechanical control*. En: Biológico Control and insect pest management. D.W. David pp 61 – 71. Agricultural Experiment Station University of California. USA.
- Carrillo J., M. Aguilera, M. García. 1997. *Efectos de diferentes métodos de labranza y cobertura vegetal sobre la incidencia de insectos asociados al maíz en la región Centro de México*. En: Avances de investigación en labranza de Conservación I pp 151 - 166. INIFAP – PRODUCE Libro Técnico No.1. Morelia, Mich.
- Castro A., C. Ramírez y L. Ruíz. 1998. *Evaluación del daño en maíz causado por gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en Amatenango del Valle, Chiapas*. En: Avances en el estado de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. M.A. Morón y A. Aragón (Eds) pp 107 - 120. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Soc. Mexicana de Entomología. Puebla, México.
- Carballo V. M. 1996. *Las prácticas del cultivo de maíz y su efecto sobre Phyllophaga spp.* En: Biología y Control de *Phyllophaga spp.* Shannon P.S. y Carballo V.M. Pp 119 – 125. Turrialba, Costa Rica.
- Contreras A. 1993. *Biodiversidad, sistemática y conservación: Un llamado desde el mundo en desarrollo*. pp 103-108 Folia Entomológica Mexicana No. 87. México.
- Cruz M. 1998. Tesis de MC. *Ordenamiento Ambiental de la Cuenca del Lago de Zirahuén, Mich. Mex.* UMSNH inédita.

- De la Loma. 1980. *Curva Normal de la Probabilidad y Errores*. En: Experimentación Agrícola pp 74 – 108. Ed. UTHEA, México D.F.
- Deloya C. 1998. *Cyclocephala lunulata* (Burmeister, 1847) (Coleoptera: Melolonthidae, Dynastinae) *asociada al cultivo de maíz (Zea mays) en Pueblo Nuevo, Morelos, México*. En: Avances en el estado de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. M.A. Moron y A. Aragón (Eds) pp 121 - 130. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Soc. Mexicana de Entomología. Puebla, México.
- Gassen Diceu N. 1993. *Diloboderus abderus* (Coleoptera:Melolonthidae) *in no tillage farming in Southern Brazil*. En: Diversidad y manejo de plagas subterráneas. M.A. Moron (Comp.) pp 129 – 142. Publicación especial del la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología, a.C. Xalapa, Ver. México.
- Hart R. 1985. *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Lavalle P., M. Dangerfield, C. Frago, V. Eschenbrenner, D. López Hernández, P. Pashanasi and L. Brussaard. 1994. *Relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility*. En: The Biological management of tropical soil fertility. Woomer P.L. y M.J. Swift. Pp 137 – 169. Ed. Wiley Sayce Publication.
- Magaña Cuevas B., y L. E. Rivera. 1998. *Abundancia estacional de los coleópteros nocturnos de la familia Melolonthidae. (Insecta:Lamellicornia) asociado a un bosque de pino-encino en el municipio de Antequillo, Jalisco, México*. En: Avances en el estado de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. M.A. Morón y A. Aragón (Eds) pp 61 - 70. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Soc. Mexicana de Entomología. Puebla, México.
- Magurran E. 1987. *Ecological Diversity and its measurement*. Princeton University. Princeton, New Jersey. USA.
- Masera O., D. Masera, J. Navia. 1998. *Dinámica y uso de los recursos forestales en la Región Purhépecha. El papel de las Pequeñas Empresas Artesanales*. Pags.98. Ed. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, A.C.
- Morón, M. A. 1986. *El genero Phyllophaga en México*. Pags. 344. Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- Morón, M. A., y R. Terrón. 1988. *Entomología Práctica*. Pags. 504. Instituto de Ecología, A.C. México.

- Morón M. A. 1993. *Taxonomía, ecología e importancia de los coleópteros Melolonthidae edafícolas*. En: Apuntes del curso de identificación de larvas y adultos de Melolonthidae pp 1 - 16. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver.
- Morón, M. A. 1996. Melolonthidae: Coleóptera. En: Biodiversidad, Taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento. Llorente J.E, García A., y González E. Pp 287 – 307. UNAM. México.
- Morón, M. A., G. Nogueira. 1998. *Adiciones y actualizaciones en Anomalini (Coleóptera: Melolonthidae, Rutelinae) en la Zona de Transición Mexicana*. pp 15 -54. Folia Entomológica Mexicana 103. México.
- Morón, M.A., C, Deloya, A. Ramírez y S. Hernández. 1998. *Fauna de Coleoptera lamellicornia de la región de Tepic, Nayarit*. Acta Zoológica Mexicana No. 75. pp 73 -116. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver.
- Nájera M. 1993. *Coleopteros rizófagos asociados al maíz de temporal en el centro del estado de Jalisco, México: Identificación, Ecología y Control*. En: Diversidad y Manejo de plagas subterráneas. M.A. Morón (comp) pp 143 – 154. Soc. Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz.
- Nájera M., y L. Valdéz. 1997. *Efectos de los métodos de labranza y cobertura vegetal sobre macrofauna edáfica asociada al maíz de temporal*. En: Avances de investigación en labranza de Conservación I, pp 65 - 76. INIFAP – PRODUCE Libro Técnico No.1. Morelia, Mich.
- Nájera M. 1997. *El complejo "gallina ciega" en México*. En: Curso Talleres de Plagas del suelo. Pags. 21. Amealco, México.
- Nájera M. 1998. *Diversidad y abundancia del complejo Gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) en agroecosistemas de maíz de la región templada de Michoacán, México*. En: Avances en el estado de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos. M.A. Moron y A. Aragón (Eds) pp 99 - 106. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Soc. Mexicana de Entomología. Puebla, México.
- Nestel D., F. Dickschen, y M. Altieri. 1993. *Diversity Patterns of soil macrocoleopteran in Mexican shaded an unshaded coffe agroecosystems: and indication of habitat perturbation*. pp 70-78. En: Journal Biodiversity and conservation 2, USA.
- Price. 1975. *Insect Ecology*. Department of Entomology. University of Illinois. Pags. 504. Urbana. Ed. John Willey and Sons. USA.
- SAGAR. 1997. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) *Reporte de avance de cosechas ciclo 1996 – 97*. Distrito 091 Pátzcuaro – Zirahuen.

- Sánchez J., y M. Altieri. 1998. *Manual Práctico de Control Biológico para la Agricultura Sustentable*. Pags.75. Universidad de California Berkeley.
- Shannon P.J., S. Smith y E. Hidalgo.1993. *Evaluación en el laboratorio de aislamientos costarricenses y exóticos de Metarrizium spp y Bauveria spp contra larvas de Phyllophaga spp* (Coleoptera: Melolonthidae, Scarabaeidae). En: *Diversidad y manejo de plagas subterráneas*. M.A. Moron (Comp.) pp 203 – 216. Publicación especial del la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología, a.C. Xalapa, Ver. México.
- Villalobos F. 1998. *Bioecology and sustainable management of white grubs* (Coleoptera: Melolonthidae) *pest of corn in "El cielo" Biosphera Reserve, Tamaulipas, Mex.* En: *Avances en el estado de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos*. M.A. Moron y A. Aragón (Eds) pp . Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Soc. Mexicana de Entomología. Puebla, México.
- Zarin D., G. Huijun, L. Enu-Kwesi. 1999. *Methods for the assessment of plant species diversity in complex agricultural landscapes*: En: *PLEC news and views* No. 13 april 1999, pp 3 – 16. The United Natios Union University. Australia

ANEXO 1

1.a. GUÍA DE ENCUESTA PARA EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

Nombre del productor	Localidad	Fecha
Nombre de la parcela	Ubicación	
Sistema de manejo	años de cultivo	Superficie

Características del terreno

- Tipo de pendiente: PLANO ONDULADO LADERA
- Tipo de suelo: SUAVE BARROSO ARENOSOS PEDREGOSO
- Expuesto a la erosión por : VIENTO ESCORRENTIA
- Tipo de cerca: VIVA MUERTA
- Problemas del terreno según el agricultor:
- Qué otros cultivos ha sembrado
- Croquis del terreno
- Observaciones de campo.

1. Manejo del cultivo en el presente ciclo

CONCEPTO	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	No. de jornales
Nombre del cultivo				
variedad				
Quema de rastrojo si - no				
Fecha de barbecho				
Fecha deshierbe manual y quema				
Fecha de cruza				
Fecha de siembra				
Método de siembra				
Kg. de semilla / ha.				
Precio de la semilla				
Distancia entre plantas				
Distancia entre surcos				
Fecha de resiembra				
Tipo de fertilizante o abono	Cantidad / DDS**	Cantidad / DDS**	Cantidad / DDS**	Cantidad / DDS**
Nombre/\$				
1.				
2.				
Forma de fertilización o abonado				
Fecha de 1a. Escarda				
Otras labores				
Fecha de 2a Escarda				
Uso de plaguicidas	Cantidad / DDS**	Cantidad / DDS**	Cantidad / DDS**	Cantidad / DDS**
Nombre / \$				
1.				
2.				
3.				
Uso de herbicidas	Cantidad / DDS**	Cantidad / DDS**	Cantidad / DDS**	Cantidad / DDS**
Nombre / \$				
1.				
2.				
Fecha de cosecha				
Rendimiento aproximado				

* Método de siembra. Directa, a tapa pie, sembradora, otra.

** DDS.- días después de la siembra

2. Capital para la producción.

Concepto	Propio	Valor	Rentado	Costo
Yunta				
Tronco				
Palanca				
Bomba para fumigar				
Tractor implementos				

3. ¿Necesita de dinero prestado para realizar sus labores?

Fuente	Cantidad	Interés
--------	----------	---------

Banco

Familia, amigos, prestamistas

4. ¿Qué conocimientos técnicos tiene, o ha oído y practicado?

Tema	Ha oído	Ha ensayado	Practica comúnmente
Métodos de Siembra, Cual:			
Tipo de semilla			
Cual:			
Tipo de desyerbe.			
Cual:			
Fertilización			
Forma, cual:			
Fertilizante. Cual:			
Control de plagas			
Cuales y con que:			

Anexo 2. BASE DE DATOS DETERMINACION DE ARTRÓPODOS									
Experimento Abonos verdes Casas Blancas, Mich. periodo mayo '98 - junio '99									
JANAMARGO ACOLCHADO									
FAMILIA MELOLONTHIDAE					OTROS ORDENES Y FAMILIAS				
T	Fecha	No. Adulto	No. Larva	Long (cm)	Genero	No. Individuos	Orden	Familia	Genero
Va	19-May-98	1		0.7	Diplotaxis	3	Coleoptera (l)	Tenebrionidae	
						1	Lepidoptera(p)	Noctuidae	
	15-Jun-98		1	1.5	Phyllophag	3	Coleoptera (a)	Carabidae	Calosoma
						6	Coleoptera (l)	Tenebrionidae	
						1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
						1	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
						1	Hymenoptera	Formicidae	
								Myrmicinae	
	01-Jul-98	1		0.9	Diplotaxis	3	Coleoptera (a)	Carabidae	Calosoma
						1	Coleoptera (p)	Carabidae	
						1	Lepidopt. (l)	Noctuidae	
	15-Jul-98		1	1	Anomala	1	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
			22	0.5		1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			6	0.9		2	Aracnidae		
	08-Ago-98					1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
	29-Ago-98		3	0.6		1	Coleoptera (a)	Carabidae	Calosoma
			2	1.2	Phyllophag	1		Campodeidae	
			1	1.2	Anomala				
			2	2.1	Anomala				
			1	2	Phyllophaga				
	10-Sep-98		3	0.5		1	Lepidopt. (p)		
			2	1					
			1	1.9	Macroductylus				
			2	2.5	Anomala				
			1	5	Phyllophaga				
	09-Oct-98		4	0.5		1	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
			5	1.5	Diplotaxis	3	Coleoptera (a)	Carabidae	Calosoma
			4	2	Anomala				
			1	2.9	Macrodac				
	01-Nov-98		2	0.5		1	Coleoptera (a)	Carabidae	Calosoma
			2	2.2	Anomala				
			2	3.2	Phyllophaga				
	21-Nov-98		4	0.5					
			6	0.8	Diplotaxis				
	06-Feb-99		4	0.5		1	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
			8	1.2	Diplotaxis				
			1	1.7	Anomala				
			1	2.5	Anomala				
			1	3.5	Phyllophaga				
	06-Mar-99		5	1.2		4	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			1	1.5	Diplotaxis				
			3	2.5	Anomala				
	10-Abr-99					1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
	15-May-99								
	05-Jun-99		1	1		1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
	26-Jun-99					2	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
	SUMA	2	103			1	Coleoptera (l)	Elateridae	Aeolus
	media de Lpor fecha		6.4375						
	media/cepillon		2.14583						
l=larva, p=pupa, a=adulto, l=imago									

Anexo 2. BASE DE DATOS DETERMINACION DE ARTROPODOS									
Experimento Abonos verdes Casas Blancas, Mich. periodo mayo '98 - junio '99									
JANAMARGO INCORPORADO									
FAMILIA MELOLONTHIDAE					OTROS ORDENES Y FAMILIAS				
T	Fecha	No. Adulto	No.Larva	Long (cm)	Genero	No. Individuos	Orden	Familia	Genero
VI	19-May-98	1	1	0.9	Diplotaxis	1	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
			1	1.5	Macro	1	Coleoptera (l)	Tenebrionidae	
		1			Imago				
	15-Jun-98		1	0.3					
	01-Jul-98		5	0.6		2	Himenoptera	Formicidae	
			5	1		1	Coleoptera	Carabidae (l)	
	15-Jul-98		5	0.8		1	Lepidoptera (l)	Noctuidae	
			3	1.5	Anomala	3	Coleoptera (a)	Carabidae	Calosoma
						1	Himenoptera	Formicidae	
								Myrmicinae	
	08-Ago-98					4	Coleoptera (a)	Carabidae	Calosoma
						1	Himenoptera	Formicidae	
								Myrmicinae	
	29-Ago-98							
	10-Sep-98		1	2					
			3	2.2	Anomala				
			3	2.7	Macroduct.				
	09-Oct-98		6	0.5		1	Coleoptera (a)	Carabidae	Calosoma
			4	0.8	Diplotaxis	1	Himenoptera	Formicidae	
			3	2.5	Anomala			Myrmicinae	
	01-Nov-98		2	0.5		1	Coleoptera (l)	Carabidae	Calosoma
			1	1.4	Diplotaxis				
			1	3.5	Anomala				
	21-Nov-98		5	0.5		1	Coleoptera (a)	Carabidae	Calosoma
			4	1.2	Diplotaxis				
			1	3.5	Phyllophaga				
	06-Feb-99		2	0.9	Diplotaxis	1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			1	2.5	Anomala				
	06-Mar-99		6	1		12	Lepidoptera (l)	Noctuidae	
			2	1	Diplotaxis	1	Lepidoptera (p)		
			4	3.2	Anomala	4		Campodeidae	
	10-Abr-99		2	1		3	Lepidoptera (l)	Noctuidae	
			1	1	Diplotaxis	2	Coleoptera (l)	Elateridae	Aeolus
	15-May-99	2		0.7	Diplotaxis				
		1			Anomala				
	05-Jun-99	1			Diplotaxis	2	Lepidoptera (l)	Noctuidae	
	26-Jun-99					5	Coleoptera	Tenebrionidae	
						1	Lepidoptera (l)	Noctuidae	
	SUMA	5	72						
	media de L por fecha		4.5						
	media/cepellon		1.5						

Anexo 2. BASE DE DATOS DETERMINACION DE ARTRÓPODOS									
Experimento Abonos verdes Casas Blancas, Mich. periodo mayo '98 - junio '99									
AVENA INCORPORADA									
FAMILIA MELOLONTHIDAE					OTROS ORDENES Y FAMILIAS				
T	Fecha	No. Adulto	No.Larva	Long (cm)	Genero	No. Individuos	Orden	Familia	Genero
Al	19-May-98							
	15-Jun-98				Himagos				
	01-Jul-98		1	1.5	Macroduct.	2	Coleoptera(l)	Elateridae	Agriotes
			1	1	Anomala				
	15-Jul-98		2	0.3		1	Coleoptera(l)	Carabidae (p)	
			1	1.1					
			3	1.4	Anomala				
	08-Ago-98							
	29-Ago-98		3	0.9					
			3	1.5	Phyllophaga				
			1	2.5	Phyllophaga				
	10-Sep-98		3	0.5					
			1	0.9					
			3	2.5	Anomala				
	09-Oct-98		1	0.4		1	Coleoptera	Carabidae (a)	Calosoma
			1	0.7	Diplotaxis				
			1	1.5	Anomala				
			2	2.7	Anomala				
	01-Nov-98		3	0.9		1	Coleoptera	Carabidae (l)	Calosoma
			1	1					
			1	1.5	Anomala				
	21-Nov-98		2	0.8		5	Coleoptera	Carabidae (a)	Calosoma
			6	1.8	Anomala				
			1	3.5	Phyllophaga				
	06-Feb-99		1	1	Diplotaxis	2	Lepidopt.(lyp)	Noctuidae	
			3	2.2	Anomala				
	06-Mar-99		3	0.5		5	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			1	1.3	Diplotaxis	1	Coleoptera(l)	Elateridae	Agriotes
			1	2	Anomala	2		Campodeidae	
	10-Abr-99		6	1.1		3	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			1	1.4	Diplotaxis	2	Coleoptera(l)	Elateridae	Aeolus
			1	2	Anomala				
	15-May-99					1	Lepidoptera(p)		
	05-Jun-99		1	1.2		2	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			1	2	Anomala	3	Coleoptera(l)	Tenebrionidae	
			1	2.5	Marcro				
	26-Jun-99					2	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
						5	Coleoptera(l)	Tenebrionidae	
	SUMA	0	61			1	Coleoptera(a)	Carabidae	Calosoma
	media de Lpor fecha		3.8125						
	media/cepallon		1.27083						

Anexo 2. BASE DE DATOS DETERMINACION DE ARTRÓPODOS									
Experimento Abonos verdes Casas Blancas, Mich. periodo mayo '98 - junio '99									
AVENA ACOLCHADA									
FAMILIA MELOLONTHIDAE					OTROS ORDENES Y FAMILIAS				
T	Fecha	No. Adulto	No.Larva	Long (cm)	Genero	No. Individuos	Orden	Familia	Genero
Aa	19-May-98		1	1.5	Macro	1	Coleoptera	Carabidae (l)	
		2		0.8	Diplotaxis				
		1		1	Anomala				
	15-Jun-98		1	0.7	Diplotaxis	1	Coleoptera	Tenebrionidae	
			1	1	Anomala				
	01-Jul-98		1	0.4		1	Coleoptera	Carabidae (a)	Calosoma
		1		0.7	Diplotaxis				
		1		2	Phyllophaga				
	15-Jul-98		10	0.4		1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			2	1.2	Macroduct.	1	Coleoptera	Carabidae (a)	
			2	1.2	Phyllophaga				
	08-Ago-98							
	29-Ago-98		6	0.5		1	Coleoptera	Carabidae (a)	Calosoma
			1	1.5					
			1	2	Anomala				
			1	3.5	Phyllophaga				
	10-Sep-98		6	1					
			2	2.5	Anomala				
			2	3.5	Phyllophaga				
	09-Oct-98		6	0.5		2	Coleoptera	Carabidae (a)	Calosoma
			7	0.9	Diplotaxis				
			1	1.3					
			2	2.2	Anomala				
			1	2	Phyllophaga				
			4	3.2	Phyllophaga				
	01-Nov-98		3	0.9	Diplotaxis	1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			2	1.7	Anomala				
	21-Nov-98		5	0.9		2	Coleoptera	Carabidae (a)	Calosoma
			10	1	Diplotaxis	1	Coleoptera	Elateridae	Agriotes
			6	1.7	Anomala				
			2	3.3	Phyllophaga				
	06-Feb-99		3	0.7		2	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			10	1	Diplotaxis	1	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
						2		Campodeidae	
	06-Mar-99		4	1.5		2		Campodeidae	
			7	1.5	Diplotaxis	2	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
	10-Abr-99		3	1.5		2	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
			1	1.5	Diplotaxis				
			1	2.5	Anomala				
	15-May-99		2	0.8	Diplotaxis				
			3	1.4	Anomala				
	05-Jun-99					1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
						3	Coleoptera (l)	Elateridae	Aeolus
						1	Coleoptera	Tenebrionidae	
	26-Jun-99					1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
						1	Coleoptera(l)	Tenebrionidae	
	SUMA	12	113						
	media de Lpor fecha		7.0625						
	media/cepallon		2.35417						

Anexo 2. BASE DE DATOS DETERMINACIÓN DE ARTROPODOS									
Experimento Abonos verdes Casas Blancas, Mich. periodo mayo '98 - junio '99									
MAIZ SIN NITROGENO									
FAMILIA MELOLONTHIDAE					OTROS ORDENES Y FAMILIAS				
T	Fecha	No. Adulto	No.Larva	Long (cm)	Genero	No. Individuos	Orden	Familia	Genero
T0	19-May-98					1	Coleoptera(l)	Elateridae	Aeolus
						1	Lepidoptera(l)	Noctuidae	
						2	Coleoprea(lyp)	Carabidae	Calosoma
	15-Jun-98					1	Lepidoptera(p)		
	01-Jul-98		4	1		3	Coleoptera	Carabidae (ayp)	Calosoma
			1	1.5	Anomala				
		1		0.9	Diplotaxis				
	15-Jul-98		11	0.4		5	Coleoptera	Carabidae (ayp)	Calosoma
			1	3	Anomala				
	08-Ago-98	1		0.8	Diplotaxis	1	Coleoptera(l)	Elateridae	Agriotes
			2	1					
	29-Ago-98		1	1.3					
			4	2.2	Phyllopha	1	Lepidoptero(p)		
	10-Sep-98		3	2.5	Phyllophaga				
	09-Oct-98		5	0.4					
			1	3	Anomala				
	01-Nov-98		1	0.9					
			2	0.9	Diplotaxis				
	21-Nov-98		1	0.5		3	Coleoptera	Carabidae (lya)	Calosoma
			1	2.8	Anomala	2	Coleoptera	Carabidae (a)	Calosoma
			1	3	Phyllophaga				
	06-Feb-99		1	1.5	Diplotaxis	2	Lepidoptra (lyp)		
			1	2.4	Anomala				
	06-Mar-99		8	1		1	Lepidoptera (l)	Noctuidae	
		1		1.5	Anomala				
	10-Abr-99		3	1.5		1	Coleoptera	Elateridae (l)	Agriotes
			1	3	Phyllophaga				
	15-May-99		3	1.5		2	Coleoptera	Elateridae (l)	Aeolus
						2	Lepidoptera (l)	Noctuidae	
	05-Jun-99					1	Lepidoptra (l)	Noctuidae	
	26-Jun-99		1	1.5	Anomala	5	Lepidoptra (l)	Noctuidae	
	SUMA	3	57						
	media de Lpor fecha		3.5625						
	media/cepellon		1.1875						

Anexo 2. BASE DE DATOS DETERMINACION DE ARTROPODOS									
Experimento Abonos verdes Casas Blancas, Mich. periodo mayo '98 - junio '99									
MAIZ CONVENCIONAL									
FAMILIA MELOLONTHIDAE					OTROS ORDENES Y FAMILIAS				
T	Fecha	No. Adulto	No.Larva	Long (cm)	Genero	No. Individuos	Orden	Familia	Genero
TC	19-May-98				imago				
	15-Jun-98	...							
	01-Jul-98		1	0.4		1	Himenoptero	Formicidae	
			1	2	Anomala	6	Coleopetera	Carabidae (a)	Calosoma
						1	Lepidoptera (l)	Noctuidae	
	15-Jul-98		2	1		1	Coleoptera	Carabidae (a)	Calosoma
			4	1.5	Anomala	2	Lepidoptera (Lyp)		
						1	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
	08-Ago-98		1	1		2	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
	29-Ago-98		2	1.7	Anomala				
			5	2.5	Anomala				
	10-Sep-98		8	0.7		1	Lepidoptera (p)		
			1	3	Phyllophaga				
	09-Oct-98		2	0.4		2		Campodeidae	
			1	1	Anomala				
			1	2	Phyllophaga				
	01-Nov-98		1	0.5		2	Coleoptera	Carabidae (Iya)	Calosoma
			1	2.5	Anomala	1	Coleoptera(l)	Elateridae	Agriotes
	21-Nov-98		9	0.7		1	Coleoptera(l)	Elateridae	Agriotes
			3	1					
			1	3.5	Anomala				
	06-Feb-99		1	0.8		1	Coleoptera	Carabidae (Iya)	Calosoma
			1	1		1		Campodeidae	
			1	1.5					
	06-Mar-99		2	0.5		1		Campodeidae	
			2	1.3		1	Lepidoptera (p)		
			1	2.5	Anomala				
	10-Abr-99		1	3	Phyllopha	1	Lepidoptera (p)		
	15-May-99					1	coleoptero (p)		
	05-Jun-99					1	Lepidoptera (p)		
	26-Jun-99		1	1.5	Anomala	3	Coleoptera	Tenbrionidae	
	SUMA	O	54						
	media de Lpor fecha		3.375						
	media/cepellon		1.125						

Anexo 2. BASE DE DATOS DETERMINACION DE ARTROPODOS									
Experimento Abonos verdes Casas Blancas, Mich. periodo mayo '98 - junio '99									
MAIZ CONVENCIONAL									
FAMILIA MELOLONTHIDAE					OTROS ORDENES Y FAMILIAS				
T	Fecha	No. Adulto	No.Larva	Long (cm)	Genero	No. Individuos	Orden	Familia	Genero
TC	19-May-98				imago				
	15-Jun-98	...							
	01-Jul-98		1	0.4		1	Himenoptero	Formicidae	
			1	2	Anomala	6	Coleopetera	Carabidae (a)	Calosoma
						1	Lepidoptera (l)	Noctuidae	
	15-Jul-98		2	1		1	Coleoptera	Carabidae (a)	Calosoma
			4	1.5	Anomala	2	Lepidoptera (Lyp)		
						1	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
	08-Ago-98		1	1		2	Coleoptera (l)	Elateridae	Agriotes
	29-Ago-98		2	1.7	Anomala				
			5	2.5	Anomala				
	10-Sep-98		8	0.7		1	Lepidoptera (p)		
			1	3	Phyllophaga				
	09-Oct-98		2	0.4		2		Campodeidae	
			1	1	Anomala				
			1	2	Phyllophaga				
	01-Nov-98		1	0.5		2	Coleoptera	Carabidae (lya)	Calososma
			1	2.5	Anomala	1	Coleoptera(l)	Elateridae	Agriotes
	21-Nov-98		9	0.7		1	Coleoptera(l)	Elateridae	Agriotes
			3	1					
			1	3.5	Anomala				
	06-Feb-99		1	0.8		1	Coleoptera	Carabidae (lya)	Calososma
			1	1		1		Campodeidae	
			1	1.5					
	06-Mar-99		2	0.5		1		Campodeidae	
			2	1.3		1	Lepidoptera (p)		
			1	2.5	Anomala				
	10-Abr-99		1	3	Phyllopha	1	Lepidoptera (p)		
	15-May-99					1	coleoptero (p)		
	05-Jun-99					1	Lepidoptera (p)		
	26-Jun-99		1	1.5	Anomala	3	Coleoptera	Tenbrionidae	
	SUMA	O	54						
	media de Lpor fecha		3.375						
	media/cepellon		1.125						

ANEXO 3
CALCULO DE INDICE DE DIVERSIDAD DE COLEOPTEROS

Diversidad de coleópteros en TO

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sumpi ²	E= D/S
Colosoma	13	1	36%	0.5903	1.43362832	0.238938
Phyllophaga	9	2	25%	0.0625		
Anomala	6	3	17%	0.0278		
Diplotaxis	3	4	8%	0.0069		
Aeolus	3	5	8%	0.0069		
Agriotes	2	6	6%	0.0031		
SUMA	36			0.6975		

Diversidad de coleópteros en TC

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sumpi ²	E= D/S
Anomala	17	1	45%	0.2001	3.34259259	0.668519
Colosoma	10	2	26%	0.0693		
Agriotes	5	3	13%	0.0173		
Eleodes	3	4	8%	0.0062		
Phyllophaga	3	5	8%	0.0062		
SUMA	38			0.2992		

Diversidad de coleópteros en Ai

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sumpi ²	E= D/S
Anomala	23	1	41%	0.1687	4.28415301	0.535519
Colosoma	9	2	16%	0.0258		
Eleodes	8	3	14%	0.0204		
Phyllophaga	5	4	9%	0.0080		
Diplotaxis	4	5	7%	0.0051		
Agriotes	3	6	5%	0.0029		
Aeolus	2	7	4%	0.0013		
Macroductylus	2	8	4%	0.0013		
SUMA	56			0.2334		

Diversidad de coleópteros en Aa

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sumpi ²	E= D/S
Diplotaxis	38	1	48%	0.2256	3.50109409	0.437637
Anomala	14	2	18%	0.0306		
Phyllophaga	11	3	14%	0.0189		
Colosoma	6	4	8%	0.0056		
Aeolus	3	5	4%	0.0014		
Eleodes	3	6	4%	0.0014		
Macroductylus	3	7	4%	0.0014		
Agriotes	2	8	3%	0.0006		
SUMA	80			0.2856		

ANEXO 3

CALCULO DE INDICE DE DIVERSIDAD DE COLEOPTEROS

Diversidad de coleópteros en Vi

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sumpi ²	E= D/S
Anomala	15	1	28%	0.0772	4.86	0.6075
Diplotaxis	14	2	26%	0.0672		
Colosoma	11	3	20%	0.0415		
Eleodes	6	4	11%	0.0123		
Macroductylus	4	5	7%	0.0055		
Aeolus	2	6	4%	0.0014		
Agriotes	1	7	2%	0.0003		
Phyllophaga	1	8	2%	0.0003		
SUMA	54			0.2058		

Diversidad de coleópteros en Va

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sumpi ²	E= D/S
Diplotaxis	20	1	28%	0.0772	5.22580645	0.653226
Anomala	17	2	24%	0.0557		
Colosoma	12	3	17%	0.0278		
Eleodes	9	4	13%	0.0156		
Phyllophaga	8	5	11%	0.0123		
Agriotes	3	6	4%	0.0017		
Macroductylus	2	7	3%	0.0008		
Aeolus	1	8	1%	0.0002		
SUMA	72			0.1914		

ANEXO 3

CALCULO DE INDICE DE DIVERSIDAD DE MELOLONTIDOS

Diversidad de melolóntidos en Ai

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sum	E= D/S
Anomala	23	1	82%	0.674745	1.365854	0.183036
Phyllophaga	5	2	18%	0.031888		
Diplotaxis	4	3	14%	0.020408		
Macroductylus	2	4	7%	0.005102		
SUMA	28			0.732143		

Diversidad de melolóntidos en Aa

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sum	E= D/S
Diplotaxis	38	1	58%	0.331497	2.461017	0.615254
Anomala	14	2	21%	0.044995		
Phyllophaga	11	3	17%	0.027778		
Macroductylus	3	4	5%	0.002066		
SUMA	66			0.406336		

Diversidad de melolóntidos en Vi

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sum	E= D/S
Anomala	15	1	44%	0.194637	2.639269	0.659817
Diplotaxis	14	2	41%	0.16955		
Macroductylus	4	3	12%	0.013841		
Phyllophaga	1	4	3%	0.000865		
SUMA	34			0.378893		

Diversidad de melolóntidos en Va

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sum	E= D/S
Diplotaxis	20	1	43%	0.181077	2.918098	0.729524
Anomala	17	2	36%	0.130828		
Phyllophaga	8	3	17%	0.028972		
Macroductylus	2	4	4%	0.001811		
SUMA	47			0.342689		

ANEXO 3

CALCULO DE INDICE DE DIVERSIDAD DE MELOLONTIDOS

Diversidad de melolontidos en TO

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor. (pi)	pi ²	D= 1/sum	E= D/S
Phyllophaga	9	1	50%	0.2500	2.571429	0.857143
Anomala	6	2	33%	0.1111		
Diplotaxis	3	3	17%	0.0278		
SUMA	18			0.3889		

Diversidad de melolontidos en TC

Especie	No. Indiv.	Lugar(S)	Propor.	pi ²	D= 1/sum	E= D/S
Anomala	17	1	85%	0.7225	1.342282	0.671141
Phyllophaga	3	2	15%	0.0225		
SUMA	20			0.7450		

Anexo 4

Descripción genérica de larvas de la familia Melolonthidae.

Características generales.

Según Morón (1993), las larvas se caracterizan por tener la maxila con galea y lacinia fusionadas (Figuras 1 y 2), o en su posición proximal fusionadas, distalmente libres o raramente no fusionadas pero ensambladas íntimamente.

Mandíbula sin área ventral estriduladora, diferente o formada por una mancha de gránulos pequeños (Figuras 3).

Abertura anal generalmente angulada o en forma de "Y" (Figuras 4, 5, 6, 7).

Último segmento antenal siempre con una mancha sensorial dorsal, simple, larga y oblonga (Figuras 8 y 9)

Descripción genérica.

Diplotaxis.- Mandíbulas sin área estriduladora ventral, abertura anal angulada o en forma de "V" o "Y". Último artejo antenal solo con una área sensorial dorsal grande y alargada. Raster con dos hileras oblicuas de sedas gruesas que confluyen hacia la línea media.

Macroductylus.- Mandíbulas sin área estriduladora ventral, abertura anal angulada o en forma de "V" o "Y". Último artejo antenal solo con una área sensorial dorsal grande y alargada. Raster con palidia longitudinal y septula definida. Haptómerum (Figura 10) de la epifaringe con 4 heli. Plegmatia presente. Uñas de tamaño similar en los tres pares de patas. Palidia paralelos, con los pali separados.

Phyllophaga.- Mandíbulas sin área estriduladora ventral, abertura anal angulada o en forma de "V" o "Y". Último artejo antenal solo con una área sensorial dorsal grande y alargada. Raster con palidia longitudinal y septula definida. Haptómerum de la epifaringe con 5 ó más heli, plegmatia presente o ausente. Placas respiratorias de los estigmas constreñidas (Figura 11), rodeando a la bulla. Palidia paralelo o un poco convergente en sus extremos.

Anomala.- Mandíbulas con área estriduladora ventral. Abertura anal transversal, recta o un poco recurvada, último artejo antenal con un área sensorial dorsal. Lacinia maxilar con 1 ó 2 unciterminales, en ocasiones reducidos. Dientes estriduladores maxilares con proyecciones agudas. Labro asimétrico no lobulado. Epizygom presente. Clithra ausente, segmentos abdominales IX y X no fusionados por el dorso. Palidias presentes.

Código de abreviaturas

AI, área incisiva mandibular	LAU, labio anal superior
AE, abertura de estigma	LLA, labro larva
3AL, tercer antenito larvario	LMD, mandíbula larval.
4AL, cuarto antenito larvario.	P, palus
B, barbula	PC, preclípeo
BU, bulla.	PD, pedium
CAR, cranium.	PLM, plegma
DM, palidio.	PM, palpo maxilar
E, epicráneo	PR, placa respiratoria.
EZ, epizigum.	S, septula
F, frente.	SSD, área sensorial dorsal de último antenito
H, helí	SVM, superficie ventral mandíbula.
HM, haptomerum.	UG, uncus galea
LA, lacinia	UL, uncus lacinia.
LAI, labio anal inferior	

Literatura citada

- King S. 1984. Biology and identification of white grubs (*Phyllophaga*) of economic importance in Central America. *Tropical Pest Management* 30 (1): 36–50.
- Morón, M.A. 1986. El genero *Phyllophaga* en México. Pags. 344. Instituto de Ecología, A.C. México, D.F.
- Morón M.A. 1993. Taxonomía, ecología e importancia de los coleópteros Melolonthidae edafícolas. En: *Apuntes del curso de identificación de larvas y adultos de Melolonthidae* pp 1 - 16. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver.

Lista de figuras del décimo segmento abdominal en larvas de tercer estadio:

Figura 4. Aspecto caudal del décimo segmento abdominal de *Phyllophaga brevidens* (Morón, 1986).

Figura 5. Vista ventral último segmento abdominal de *Phyllophaga brevidens* (Morón, 1986).

Figura 6. Vista ventral último segmento abdominal de *Anomala* spp. (King, 1984).

Figura 7. Vista ventral último segmento abdominal de *Diptotaxis* spp. (Pérez-Agis, 2001).

Figura 11. Tercer estigma abdominal de *Phyllophaga brevidens* (Morón, 1986).

Líneas = 1 mm

