

**UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA**



**ANALISIS DE ENSAMBLAJES DE COLEÓPTEROS EN DOS SISTEMAS DE
MANEJO AGROECOLÓGICO (TENJO, CUNDINAMARCA)**

GRACE STEPHANY MENDOZA SOLANO

Tesis

DIRECTOR

Alexander Sabogal González

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGIA APLICADA
BOGOTA D.C.
2012**

**ANALISIS DE ENSAMBLAJES DE COLEÓPTEROS EN DOS SISTEMAS
DE MANEJO AGROECOLÓGICO (TENJO, CUNDINAMARCA)**

GRACE STEPHANY MENDOZA SOLANO

DIRECTOR

Alexander Sabogal González

CODIRECTOR

Roberto Quiñones

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

BIOLOGIA APLICADA

BOGOTA D.C.

2012

ACUERDO 0066 DE 2003

“Por el cual se expiden normas relacionadas con la presentación de tesis y trabajos de grado”

“El autor autoriza a la Universidad Militar “Nueva Granada” la reproducción total o parcial de este documento, con la debida cita de reconocimiento de la autoría y cede a la misma universidad los derechos patrimoniales con fines de investigación, docencia e institucionales consagrados en el artículo 72 de la ley 23 de 1982 y las normas que lo constituyan o modifiquen”

Dedicatoria

A mi mami Mirian Solano, por ser mi mejor amiga, mi aliada, mi ejemplo, gracias por todo tu apoyo, paciencia y ayuda en todo este tiempo.

Agradecimientos

Agradezco a mi director, Alexander Sabogal por aceptar realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y compromiso durante la realización de este proyecto.

Cindy Córdoba y German Amat por su colaboración y asesoría.

Al Centro Internacional de Física y el Laboratorio de Artrópodos, por brindarme las herramientas necesarias para la elaboración de este proyecto.

Roberto Quiñones quien me brindo las instalaciones de su laboratorio donde aprendí no solo a identificar coleópteros sino también a tener paciencia.

A mis evaluadores Francisco Sánchez y Héctor Gasca, por sus aportes.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

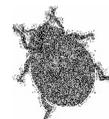
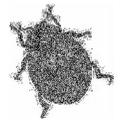
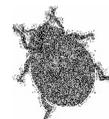


TABLA DE CONTENIDO

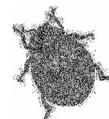
| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCION..... | 6 |
| 2. 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 7 |
| 3. 1.1 ANTECEDENTES | 7 |
| 4. 1.2 HIPOTESIS..... | 10 |
| 5. 2. JUSTIFICACION..... | 11 |
| 6. 3. OBJETIVOS | 13 |
| 7. 3.1 Objetivo general..... | 13 |
| 8. 3.2 Objetivos específicos..... | 13 |
| 9. 4. METODOLOGIA..... | 14 |
| 10. 4.1 Fase de campo | 14 |
| 11. 4.2 Zona de estudio | 15 |
| 12. 4.3 Técnica de colecta | 16 |
| 13. 4.4 Trabajo de laboratorio..... | 16 |
| 14. 4.5 Análisis de datos | 17 |
| 15. 4.5.1 Evaluación de la diversidad alfa (α)..... | 17 |
| 16. 4.5.2 Evaluación de la diversidad beta (β)..... | 20 |
| 17. 5. RESULTADOS..... | 22 |
| 18. 5.1 Composición general de coleópteros..... | 22 |
| 19. 5.2 Evaluación de la diversidad alfa..... | 24 |
| 20. 5.2.1 Curvas de acumulación de especies..... | 24 |
| 21. 5.2.2 Modelos de abundancia | 26 |
| 22. 5.2.3 Índices de diversidad | 27 |
| 23. 5.3 Evaluación de la diversidad beta | 35 |
| 24. 5.3.1 Índice de similitud Chao-Jaccard | 35 |
| 25. 6. DISCUSIÓN..... | 37 |
| 26. 7. BIBLIOGRAFÍA | 45 |
| 27. ANEXOS..... | 55 |





LISTA DE GRAFICAS

| | |
|--|----|
| Grafica 1: Número total de familias y morfoespecies de coleópteros colectados en Tenjo..... | 21 |
| Grafica 2: Número total de individuos colectados en Tenjo..... | 22 |
| Grafica 3: Curva de acumulación de morfoespecies de coleópteros colectados en Tenjo..... | 24 |
| Grafica 4: Modelos de abundancia (log-normal) fincas y épocas..... | 26 |
| Grafica 5: Número de individuos en cada una de las morfoespecies dominantes en cada finca..... | 28 |
| Grafica 6: Morfoespecies dominantes por época en la finca Gabeno..... | 30 |
| Grafica 7: Morfoespecies mas dominantes en cada épocas para la finca Cuatro vientos..... | 32 |
| Grafica 8: Familias más dominantes por época de muestreo, entre fincas..... | 33 |



LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Valoración de la oferta de recursos de cada arvense (Pradilla 2009)..... | 13 |
| Tabla 2: Promedios de cobertura por finca de cada una de las especies de arvenses encontradas (Pradilla 2009)..... | 14 |
| Tabla 3: Eficiencia promedio del muestreo y por estimador de riqueza..... | 23 |
| Tabla 4: Ajuste a la distribución Log Normal (prueba χ^2)..... | 25 |
| Tabla 5: Índices de diversidad α de los Coleópteros, distinguiendo los sitios de colecta (Finca Gabeno - Finca Cuatro Vientos)..... | 27 |
| Tabla 6: Resumen familias más abundantes por época y sitio de colecta..... | 29 |
| Tabla 7: Índices de diversidad α de los coleópteros, para las épocas de muestreo (Húmeda - seca) en la finca Gabeno..... | 29 |
| Tabla 8: Índices de diversidad α de los coleópteros, para las épocas de muestreo (Húmeda - seca) en la finca Cuatro Vientos..... | 31 |
| Tabla 9: índice de Chao- Jaccard (coleópteros)..... | 34 |
| Tabla 10: Morfoespecies únicas evaluando la relación entre lugar y época de muestreo..... | 34 |
| Anexo 1: Listado de familias y abundancias de coleópteros recolectados en Tenjo..... | 54 |
| Anexo 2: Listado de familias y morfoespecies de coleópteros, en cada época y lugar de muestreo..... | 55 |



RESUMEN

Los procesos que ocurren en el suelo son mediados por los organismos que lo habitan. La macrofauna cumple un papel importante porque afecta la estructura y fertilidad del suelo. Las comunidades presentes están determinadas por el manejo que se realiza al mismo.

En este trabajo se evaluó el efecto de las arvenses y el impacto de las variaciones climáticas, sobre la diversidad de los coleópteros en dos fincas ecológicas en Tenjo, Cundinamarca. Los sitios de muestreo comparten características con respecto al clima, geomorfología y tipo de suelo.

Se recolectaron en total 1398 individuos, distribuidos en 14 familias y 33 morfoespecies. Las familias que presentaron una mayor abundancia fueron Carabidae con 413, seguida de Histeridae con 267, Staphylinidae con 194 y Ptiliidae con 130, estas 4 familias reúnen el 72% de los individuos colectados. La composición entre fincas y temporadas fue muy similar, esto debido a la composición y oferta de recursos de las arvenses

Las diferentes prácticas de manejo ecológicas realizadas en las fincas estudiadas pero principalmente en la Finca Gabeno promueven la presencia de arvenses y residuos vegetales los cuales brindan refugio y alimento a las comunidades de insectos. Favoreciendo la abundancia de controladores biológicos como coleópteros pertenecientes a las familias: Carabidae, Staphylinidae e Histeridae.

Debido al impacto ecológico que resulta de las prácticas de manejo agrícola, el estudio de las posibles relaciones entre los insectos y el suelo puede ser una herramienta útil para entender el funcionamiento de los sistemas agrícolas además de la aplicación de nuevas tecnológicas para el manejo de cultivos.

Palabras clave: coleóptera, suelo, ensamblaje de especies, agricultura orgánica.



INTRODUCCION

La agricultura ecológica enmarca todos los sistemas agrícolas que favorecen la producción sana y segura desde un punto ambiental social y económico. Esos sistemas reducen considerablemente las necesidades de insumos externos al no utilizar productos químicos como pesticidas y fertilizantes, estas condiciones permiten un aumento en la diversidad (Espinal et al. 2005).

Esta diversidad tiene un papel importante en el funcionamiento de los sistemas agrícolas ya que en los ecosistemas naturales, la regulación interna de su funcionamiento es resultado de procesos ligados a la biodiversidad (Altieri 1999), y esta regulación se pierde gradualmente con la intensificación de los cultivos agrícolas (Fallas et al. 2009).

Además la biodiversidad puede usarse en los sistemas agroecológicos para el control de plagas ya que es posible lograr un equilibrio entre las comunidades de insectos en los agroecosistemas mediante el diseño de siembras de plantas comerciales y no comerciales (Andow 1991; Muriel y Vélez 2004).

Dentro de un ecosistema la biodiversidad de los organismos está influenciado por el patrón del paisaje (Kotliar et al. 1990) (Escobar y Halffter 1999), y el conocimiento de cómo este patrón de paisaje afecta la abundancia y la distribución de los organismos requiere la comprensión de la relación entre: el organismo y el ambiente (Robinson et al. 1992; McIntyre et al. 1999).



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

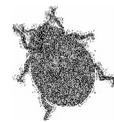
1.1 ANTECEDENTES

Los coleópteros (Coleoptera) representan uno de los órdenes más diversos y abundantes con cerca de 360.000 especies descritas (Ribera 1999). Contiene más especies que cualquier otro orden en todo el reino animal, seguido por los lepidópteros, himenópteros y dípteros. Cuentan con tantas especies como las plantas vasculares y 66 veces más especies que los mamíferos (Eichhorn 2008; Becker 2012).

Los coleópteros tienen una gran diversidad morfológica la cual les permite adaptarse a casi cualquier ecosistema, además poseen piezas bucales de tipo masticador con las cuales pueden alimentarse de cualquier parte de la planta, como consecuencia muchas especies son consideradas plaga, siendo las larvas las principales causantes de daños considerables a cultivos agrícolas y forestales (Farnsworth y Ellison 1997; Martin et al. 2000).

Su papel dentro de la producción agrícola se debe principalmente a que estos afectan los cultivos durante la fase de establecimiento, la gravedad de los daños causados a los cultivos está directamente relacionada con el tamaño de la población (Pardo 2005). En Colombia el ataque por parte de los coleópteros se ha generalizado especialmente en la Región Andina. Los registros muestran 580 especies, de las cuales aproximadamente 225 son consideradas plaga; destacándose los géneros *Phyllophaga*, *Astaena*, *Plectris*, *Anomala*, *Ancognatha*, *Cyclocephala* entre otros (Melo et al. 2007).

En los ecosistemas agrícolas es muy común el uso de productos químicos para el control poblacional de insectos, ya que su objetivo es lograr el aumento de la producción, ignorando en la mayoría de los casos, la biodiversidad del ecosistema



(Glissman 1998). Esta pérdida de la biodiversidad genera una disminución de los servicios ecológicos (Altieri 2002).

El uso de plaguicidas ha disminuido debido al costo económico y ambiental que representa (Ortiz 1995), la ausencia de información sobre aspectos fundamentales de la dinámica poblacional de los coleópteros como: ciclos de vida, movilidad de las larvas en el suelo por cambios de humedad, temperatura y disponibilidad de alimento, generan que el uso indiscriminado de productos químicos no solo afecte a insectos plaga, sino también a insectos benéficos (Falcón y Smith 1983; Rodríguez et al. 2004).

Los agricultores, implementan otro tipo de estrategias para el control de insectos plaga, como el uso de controladores biológicos, los cuales regulan el tamaño poblacional del insecto hasta el punto donde este no afecte de forma negativa el establecimiento y desarrollo del cultivo (Melo et al. 2007).

Los agroecosistemas más diversos favorecen el establecimiento de controladores biológicos, estos suelen ser aquellos donde predominan las prácticas agroecológicas y habitualmente tienen mayores ventajas que los altamente simplificados, como los sistemas agrícolas convencionales, particularmente los monocultivos (Van der Hammen T. 1995). Desde el punto de vista ecológico un cultivo es una comunidad formada por varias poblaciones: plantas (arvenses y el cultivo de interés), insectos y microorganismos, los cuales interactúan entre sí. Estas interacciones crean en el cultivo cualidades emergentes como: la regulación de los organismos dañinos, el reciclaje de nutrientes, la producción de biomasa y la formación de materia orgánica. De esta manera aumenta la resiliencia de los agroecosistemas (Glissman 1998; Reichelderfer y Bender 2012).

Es importante identificar el tipo de diversidad que se quiere favorecer y mantener, tanto a escala de la parcela como del paisaje, con el propósito de llegar a un



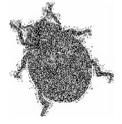
equilibrio ecológico a largo plazo y proponer las prácticas agroecológicas más adecuadas como: asociaciones y rotaciones de cultivos, diversidad genética, presencia de malezas etc. (Knapp et al. 2001; Nicholls et al. 2001).

El aumento de la diversidad estructural del sistema agroecológico puede lograrse mediante el crecimiento de arvenses en el cultivo (Meson 1997). Las arvenses, son plantas sin valor económico, que crecen espontáneamente alrededor de los cultivos debido a semillas dispersadas por el viento y animales (Zalazar y Salvo 2007). Su presencia afecta los cultivos debido a la competencia de recursos como agua, luz, nutrientes y espacio físico, además pueden comportarse como hospederas de plagas y enfermedades (Gallego y Cardona 2002).

Sin embargo, las arvenses parecen jugar dentro del agroecosistema, un papel mucho más importante de lo que hasta hoy se conoce (Blanco y Leyva 2007). Se ha demostrado que contribuyen a la producción de biomasa y formación de materia orgánica, previenen la erosión del suelo y reciclan sus nutrientes y minerales. También se ha comprobado que sirven de reservorio de organismos benéficos para el control general de plagas; proporcionando posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugio. Además de conservar la biodiversidad, las arvenses contribuyen a mantener la complejidad trófica y propiedades del ecosistema como la estabilidad y resiliencia (Blanco y Leyva 2009). Por ello el concepto perjudicial de las arvenses es relativo y actualmente motivo de discusión.

Las arvenses, y en general las plantas, han estado involucradas con los insectos de diversas formas mutualistas, mecanismos como la fitofagia y la polinización, han sido claves para la dinámica del ecosistema (Tilman et al. 1996).

Así mismo, las modificaciones en el hábitat y las prácticas de manejo que alteran las comunidades de plantas pueden tener un gran impacto en los procesos ecológicos que en ellos ocurren (Meson 1997).



1.2 HIPOTESIS

- Las diferencias entre la abundancia y composición de arvenses en cada una de las fincas afecta la diversidad de los coleópteros
- Las variaciones climáticas afectan la diversidad de los coleópteros.



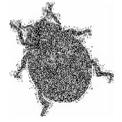
2. JUSTIFICACION

La complejidad y estabilidad de los sistemas agrícolas al igual que en los sistemas naturales se basa en su diversidad. Esta es fundamental para el funcionamiento de los sistemas ecológicos, ya que el aumento de la diversidad favorece la diferenciación del hábitat y el incremento de las interacciones entre las especies, lo cual está asociado con una mayor eficiencia en el uso de los recursos (Glissman 1998).

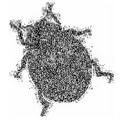
Cundinamarca se caracteriza por una gran variedad de cultivos de ciclo corto, con un uso intensivo de la tierra (IGAC 1988), como consecuencia los artrópodos deben recolonizar el nuevo cultivo cada vez que este se vuelve a sembrar, este tiempo es demasiado corto para permitir que se establezcan relaciones biológicas entre las poblaciones. Por tal motivo garantizar la permanencia de los artrópodos dentro del cultivo es clave para asegurar la presencia de insectos controladores de plagas a lo largo del año (Altieri 1997).

Se sabe que la diversificación vegetal en los cultivos disminuye los problemas con insectos fitófagos (Risch et al. 1983), además de favorecer la presencia de distintas comunidades de insectos. No obstante, todavía falta entender con detalle los mecanismos que intervienen en cada caso y como interaccionan entre ellos (Alomar y Albajes. 2005).

No se cuenta con información de los modelos de diversidad que aportan mayores servicios en los sistemas ecológicos hortícolas de la Sabana de Bogotá (IGAC 1988). Por este motivo es relevante investigar el efecto de la implementación de arvenses sobre la colonización y dispersión de insectos (plaga y benéficos), particularmente con coleópteros, porque tienen una gran variedad de hábitos alimenticios y se pueden encontrar en cualquiera de estos dos grupos.



En este trabajo se evaluó la estructura del ensamblaje de coleópteros, entendido como grupo de especies limitado filogenéticamente que utiliza una serie similar de recursos en una comunidad (Fauth et al., 1996), asociados a dos fincas de manejo ecológico, con el fin de establecer una posible relación entre la presencia de arvenses y la diversidad de los coleópteros, además del efecto que generen sobre estos, dos épocas climáticas contrastantes.



3. OBJETIVOS

I. 3.1 Objetivo general

- Comparar los ensamblajes de coleópteros de dos fincas ecológicas de Tenjo, Cundinamarca (Colombia) con diferencias en el manejo agroecológico.

II. 3.2 Objetivos específicos

- Estimar la diversidad alfa de los ensamblajes de coleópteros en dos fincas ecológicas en Tenjo, Cundinamarca.
- Comparar la composición de coleópteros asociados a arvenses entre las dos fincas ecológicas en Tenjo, Cundinamarca.
- Comparar la composición de coleópteros asociados a arvenses entre dos épocas (húmeda – seca).



4. METODOLOGIA

4.1 Fase de campo

El material biológico utilizado en este trabajo, hace parte del muestreo realizado para el trabajo de tesis del Biólogo, Gonzalo Pradilla Villamizar de la Universidad Nacional de Colombia, llamado “Relación entre comunidades de avispas y arvenses en dos fincas ecológicas en Tenjo, Cundinamarca (Colombia)”.

En este trabajo se realizó una valoración a las arvenses en términos de la oferta potencial de recursos (Tabla 1). Para hacerlo se valoraron las arvenses mediante la combinación de seis características que han sido reportadas como favorables para el establecimiento de insectos e incremento de la diversidad: cobertura (refugio de insectos), cantidad de flores por planta, % de flores abiertas, tamaño de las flores, cantidad de insectos que visitan la flore y cantidad de polen disponible. Además se valoró el promedio de cobertura por finca de cada una de las especies de arvenses encontradas (Tabla 2)

Tabla 1: Valoración de la oferta de recursos de cada arvense (Pradilla 2009).

| ALTA | MEDIA | BAJA |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Pimpinella anisum</i> | <i>Amaranthus sp.</i> | <i>Capsella bursa-pastoris</i> |
| <i>Polygonum nepalense</i> | <i>Chamaemelum nobile</i> | <i>Coriandrum sativum</i> |
| <i>Polygonum segetum</i> | <i>Chenopodium album</i> | <i>Gnaphalium graveolens</i> |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> | <i>Galinsonga quadriradiata</i> | <i>Holcus lanatus</i> |
| <i>Rumex acetosella</i> | <i>Oxalis corniculata</i> | <i>Lolium perenne</i> |
| <i>Rumex crispus</i> | <i>Senecio vulgaris</i> | <i>Mentha spicata</i> |
| <i>Trifolium pratense</i> | <i>Sonchus oleraceus</i> | <i>Penicetum clandestinum</i> |
| <i>Veronica persica</i> | <i>Sonchus oleraceus var. asper</i> | <i>Silene gallica</i> |
| | <i>Stellaria media</i> | <i>Silene sp.</i> |
| | | <i>Spergula arvensis</i> |

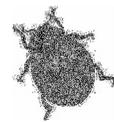


Tabla 2: Promedios de cobertura por finca de cada una de las especies de arvenses encontradas (Pradilla 2009).

| ESPECIE | GABENO | 4 VIENTOS |
|--------------------------------|--------|-----------|
| <i>Amaranthus sp.</i> | 0.0 | 2.0 |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | 0.1 | 0.0 |
| <i>Chamaemelum nobile</i> | 0.8 | 0.0 |
| <i>Chenopodium album</i> | 1.4 | 2.0 |
| <i>Coriandrum sativum</i> | 0.9 | 4.5 |
| <i>Galinsoga quadriradiata</i> | 0.3 | 1.3 |
| <i>Gnaphalium graveolens</i> | 0.0 | 1.6 |
| <i>Holcus lanatus</i> | 0.3 | 0.2 |
| <i>Lolium perenne</i> | 0.1 | 0.0 |
| <i>Mentha spicata</i> | 0.0 | 0.5 |
| <i>Oxalis corniculata</i> | 7.0 | 19.4 |
| <i>Pennisetum</i> | 4.3 | 0.6 |
| <i>Pimpinella anisum</i> | 0.0 | 0.3 |
| <i>Polygonum nepalense</i> | 27.9 | 2.5 |
| <i>Polygonum segetum</i> | 1.1 | 0.0 |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> | 0.1 | 0.0 |
| <i>Rumex acetosella</i> | 13.7 | 40.2 |
| <i>Rumex crispus</i> | 3.0 | 0.0 |
| <i>Senecio vulgaris</i> | 0.7 | 0.0 |
| <i>Silene gallica</i> | 0.4 | 0.6 |
| <i>Silene sp.</i> | 3.1 | 0.9 |
| <i>Sonchus oleraceus</i> | 7.2 | 0.5 |
| <i>Sonchus oleraceus var.</i> | 1.7 | 0.3 |
| <i>Spergula arvensis</i> | 1.2 | 0.3 |
| <i>Stellaria media</i> | 0.3 | 0.2 |
| <i>Trifolium pratense</i> | 1.3 | 1.1 |
| <i>Veronica persica</i> | 23.4 | 1.3 |
| *Descubierto | 0.0 | 19.9 |

El actual trabajo busca ampliar el conocimiento de la relación entre la presencia de arvenses y la diversidad y abundancia de los coleópteros.

4.2 Zona de estudio

La colecta se realizó en dos fincas ecológicas en Tenjo, Cundinamarca, región andina de Colombia. Está ubicada en la provincia de la sabana, 37 km al noreste de Bogotá (DANE 2005), cuenta con una población de 20.000 habitantes y una



superficie de 108 km² de los cuales 106 se hallan en piso térmico frío y los dos restantes corresponden a paramo.

El clima es frío y semihúmedo, con temperatura promedio mensual de 13.3°C y precipitaciones promedio de 764 mm/año, presenta déficits hídricos en los meses de enero, febrero, marzo, agosto y septiembre y humedad relativa del aire oscila entre el 60% y el 80%, que puede subir ocasionalmente. Las lluvias se distribuyen de manera bimodal entre abril y junio y entre octubre y diciembre (IDEAM 1999).

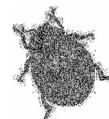
Se seleccionaron dos fincas ecológicas que implementan distintas prácticas agrícolas para el cultivo de hortalizas: *Finca Gabeno* y *Finca Cuatro Vientos*; con el fin de evaluar la relación de artrópodos con la presencia de arvenses en los meses de febrero – marzo y octubre – noviembre de 2008, para este fin se pidió a los agricultores permitir el crecimiento de arvenses en dos segmentos de terreno (10 m x 90 cm) dentro de los cultivos.

4.3 Técnica de colecta

Los artrópodos fueron colectados empleando dos técnicas: red entomológica (20 pases dobles por corredor) y trampas de caída (10 trampas por finca, cada una estuvo activa 5 días). Ese esquema se repitió en dos épocas climáticas contrastantes, seca (febrero – marzo) y de lluvia (octubre - noviembre). Para el presente trabajo solo se emplearon los individuos recolectados en trampas de caída, ya que los pases dobles estaban enfocados en la captura de insectos voladores, particularmente himenópteros.

4.4 Trabajo de laboratorio

Los especímenes colectados por trampas de caída fueron preservados en una solución de alcohol al 70% para su posterior cuantificación e identificación en el



Laboratorio de Artrópodos del Centro Internacional de Física (CIF), adscrito a la Universidad Nacional de Colombia.

Para la determinación taxonómica a nivel de familia se utilizaron las claves de Medina y Lopera (2000) y Bland y Jaques (1992). Una vez se estableció la familia, se separaron los diferentes organismos a morfoespecie (mfsp), teniendo en cuenta caracteres como: color, tamaño, forma del aparato bucal, de las antenas, de las patas, y número de segmentos abdominales.

4.5 Análisis de datos

4.5.1 Evaluación de la diversidad alfa (α)

4.5.1.1 Curva de acumulación de especies

Una vez realizada la separación y determinación taxonómica de los coleópteros se determinó la eficiencia del muestreo, para valorar si la muestra fue representativa de las fincas (Villarreal *et al.* 2006), se realizó una curva de acumulación de especies para mostrar gráficamente el aumento del número de individuos en las unidades de muestreo, esta relación permite estimar la calidad del inventario teniendo en cuenta el esfuerzo de muestreo (Jiménez- Valverde y Hortal 2003).

La curva de acumulación de especies se construyó usando el promedio de los siguientes estimadores basados en la abundancia ACE y Chao1 y ICE, Chao2, Jackknife1, Jackknife2 y Bootstrap que se basan en la incidencia (presencia/ausencia) (Moreno 2001). Estos índices calculan el número total de especies que se esperaría encontrar en un área determinada, con base a los resultados de abundancia obtenidos. Cuando la gráfica es asintótica (J invertida), indica que aunque se aumenten las unidades de muestreo, no se incrementaran las especies colectadas (Villarreal *et al.* 2006).



Este promedio (valores de cada uno de los estimadores de riqueza) permite obtener un valor estimado único para el muestreo; de este modo la curva de acumulación de especies reúne el comportamiento de los estimadores calculados con EstimateS 8.0. (Sabogal 2011).

- ACE (Abundance based cover estimator) se basa en la relación entre el total de especies colectadas y las 10 especies con menores abundancias.
- ICE (Incidence based cover estimator) se basa en la relación entre el total de especies colectadas y las 10 especies con menores incidencias (presencias).
- Chao 1 y Chao 2, el primero tiene en cuenta la relación de las especies representadas por un individuo (singletons) o por dos individuos (doubletons) y el segundo, entre las especies que se colectaron en una sola muestra (uniques) y en dos muestras (duplicates).
- Jackknife 1 y 2 tienen en cuenta el número de especies que solo se presentan en una o dos muestras (uniques y duplicates) (Moreno 2001).
- Bootstrap estima la riqueza de las especies basándose en la relación de la presencia de cada especie por unidad de muestreo.

4.5.1.2 Modelos de abundancia

La diversidad alfa (α), se puede evaluar mediante el uso de modelos paramétricos que describen de forma gráfica la distribución de la abundancia de especies en función de las más a la menos abundante y tiene diversas interpretaciones biológicas y ecológicas (Magurran 2004).



El ajuste de los datos a los diferentes tipos de cada modelo se evalúan mediante la prueba de bondad de ajuste (Moreno 2001).

Las interpretaciones biológicas de cada modelo son (Moreno 2001):

- Serie geométrica: Cada especie llega a intervalos de tiempo regulares y toma una fracción constante de los recursos restantes.
- Serie logarítmica: Igual que en la serie geométrica. Además, caracteriza muestras de comunidades pequeñas, bajo estrés o pioneras
- Distribución Log – normal: Subdivisión jerárquica del nicho en la cual la probabilidad de dividirlo es independiente de la longitud del segmento, o una comunidad especializada en diferentes elementos del hábitat que se subdividen jerárquicamente. Caracteriza comunidades grandes o estables en equilibrio.
- Vara quebrada: Un eje de recursos unidimensional se rompe simultáneamente, al azar o de forma secuencial y proporcional a la longitud del segmento, mostrando una colonización simultánea de varios grupos de individuos.

4.5.1.3 Índices de diversidad

Para el cálculo de los índices de diversidad se usó el programa PAST 1.89 (Hammer et al. 2001). Este programa realiza procedimientos matemáticos iterativos (bootstrapping y permutación) con las cuales se pueden evaluar las diferencias entre los valores de los índices para cada una de las áreas estudiadas.



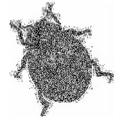
Los índices empleados en la medición de la biodiversidad fueron:

- Shannon-Wiener con la ayuda de este índice se determina que tan uniformemente están representadas las especies teniendo en cuenta el total de especies muestreadas, ayudando a cuantificar la biodiversidad específica en cada una de las unidades de muestreo (Villarreal et al. 2006).
- Berger-Parker calcula la frecuencia de la especie más abundante (Moreno. 2001) cuando el valor de este índice es alto se concluye que hay un aumento en la dominancia (Magurran 2004).
- Dominancia de Simpson (D) evalúa la probabilidad de que dos individuos sacados al azar dentro de una muestra sean de la misma especie. Este índice tiene en cuenta las especies más representativas (dominantes) dentro de la muestra, a mayor dominancia menor diversidad (Villarreal et al. 2006).
- Recíproco de Simpson (1/D) permite calcular a partir del índice anterior el número de especies dominantes, y con este dato se obtiene el porcentaje de las mismas (Sabogal 2011).

4.5.2 Evaluación de la diversidad beta (β)

4.5.2.1 Índice de similitud Chao-Jaccard

Para calcular la similitud de las comunidades de coleópteros entre fincas y temporadas, se empleó el índice Chao-Jaccard, que incorpora datos de abundancia al índice de Jaccard permitiendo evaluar la composición de las especies de cada sitio de muestreo sin importar el tamaño de la muestra (Chao et



al. 2005). El cálculo del índice se realizó con ayuda del programa estadístico EstimateS 8.0 (Colwell 2008).

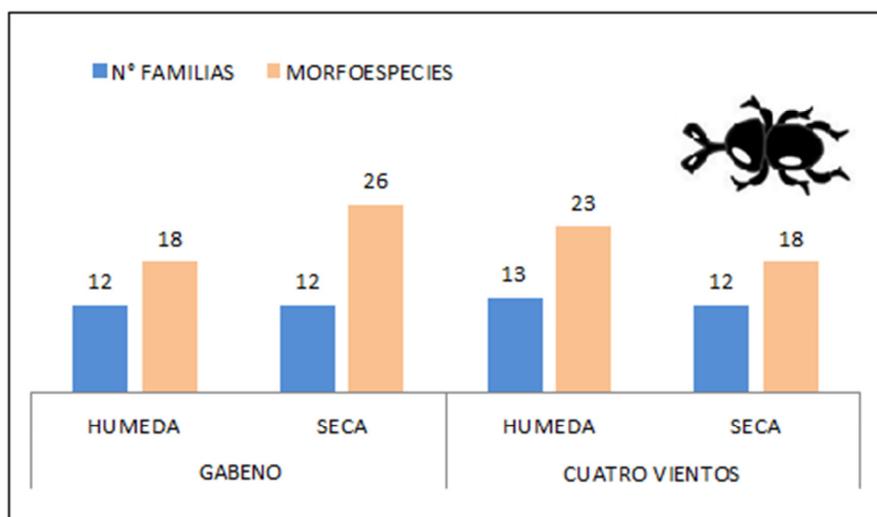


5. RESULTADOS

5.1 Composición general de coleópteros

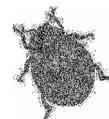
Se colectaron 1.398 individuos, distribuidos en 33 morfoespecies y 14 familias (Grafica 1). Se encontró una mayor abundancia en la finca Gabeno (760) que en Cuatro Vientos donde se colectaron 638 individuos (Grafica 2).

Las familias que presentaron una mayor abundancia fueron Carabidae con 413, seguida de Histeridae con 267, Staphylinidae con 194 y Ptiliidae con 130, estas 4 familias reúnen el 72% de los individuos colectados (1.001), el otro 28% de los individuos se reúnen en las 10 familias restantes (Anexo 1).

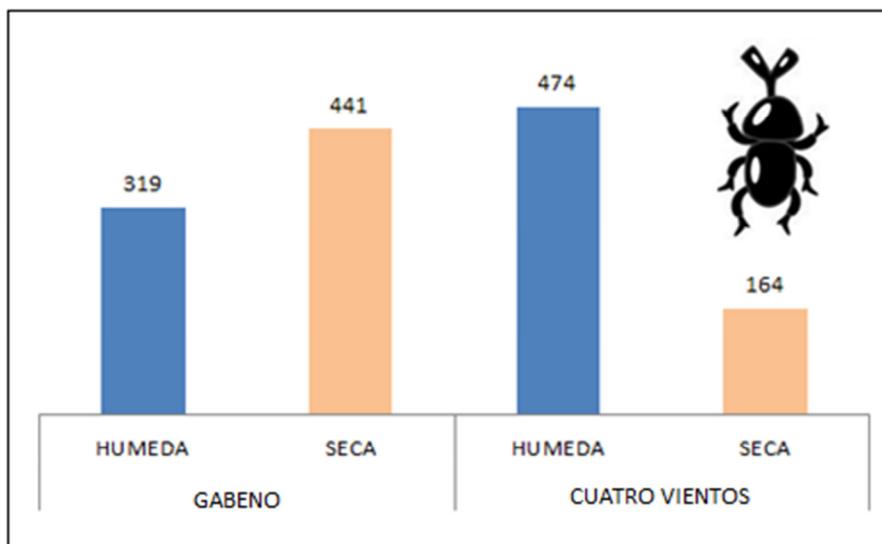


Grafica 1: Número total de familias y morfoespecies de coleópteros colectados en Tenjo.

Las familias que presentaron un mayor número de morfoespecies fueron Carabidae y Staphylinidae, con 7 mfspp cada una, seguida de Curculionidae con 3, Anthicidae, Elateridae, Histeridae y Nitidulidae con 2 (Anexo 2).



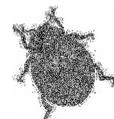
Gabeno presentó un mayor número de individuos durante la época seca (441 de 760 ind), mientras que en la finca Cuatro Vientos el mayor número de individuos se presentó en la época húmeda con 474 individuos de 638 (Grafica 2).



Grafica 2: Número total de individuos colectados en Tenjo.

Para la época húmeda, la familia con mayor número de individuos colectados fue Carabidae con 315 la cual presenta 7 mfspp en total pero solo se colectaron 4 para esta época, seguida por Histeridae con 132 (dos mfspp), Staphylinidae con 125 y 7 mfspp, de las cuales solo de colectaron 6 en la época húmeda y Ptiliidae con 71 individuos y una mfspp (Anexo 2).

Para la época seca la familia más abundante fue Histeridae con 132 individuos, seguida de Carabidae con 98 y Nitidulidae con 87, esta última familia presenta una diferencia considerable entre épocas, ya que durante la época húmeda el número de individuos colectados fueron solamente dos (Anexo 1).



5.2 Evaluación de la diversidad alfa

5.2.1 Curvas de acumulación de especies

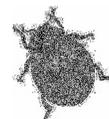
Se construyó una curva de acumulación de especies, con base al total de individuos colectados. Se usaron los valores promedios de los estimadores de riqueza: ACE, ICE, Chao 1 y 2, Jackknife 1 y 2 y Bootstrap (Tabla 3), calculados con el programa EstimateS 8.0.

Tabla 3: Eficiencia promedio del muestreo y por estimador de riqueza.

| ESTIMADOR | EFICIENCIA DEL MUESTREO (%) | PROMEDIO DE ESTIMADORES |
|-----------|-----------------------------|-------------------------|
| ACE | 87.88 | 88 |
| ICE | 93.06 | |
| Chao 1 | 84.08 | |
| Chao 2 | 88.78 | |
| Jack 1 | 87.28 | |
| Jack 2 | 82.98 | |
| Bootstrap | 93.38 | |

La eficiencia promedio del muestreo fue de 88%, mayor al valor teórico de eficiencia que es de un 85 %, con base en eso se puede decir que los análisis realizados con los datos obtenidos permiten caracterizar la diversidad del ensamblaje de coleópteros en las fincas orgánicas evaluadas.

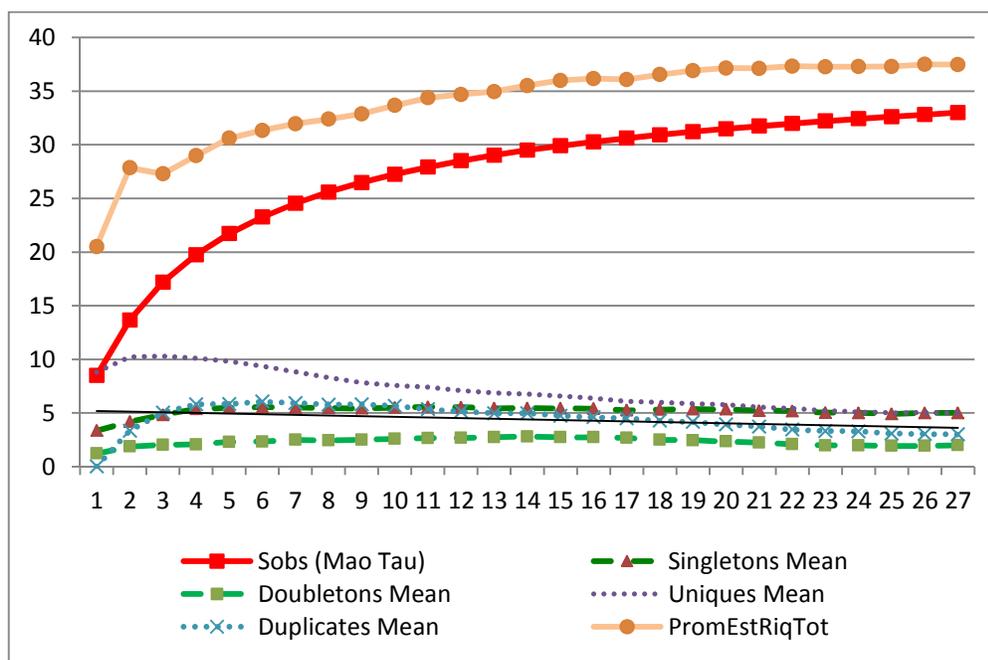
En la gráfica 3, el muestreo total se ve representado por una línea roja, la curva naranja representa el promedio de los estimadores calculados; las especies raras basadas en la abundancia (singulares y dobles) con líneas verdes y las basadas en presencia/ausencia (únicos y duplicados) con líneas azules punteadas.



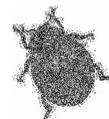
Las especies raras presentan una pendiente negativa, esto significa que al aumentar los sitios de muestreo se fueron adicionando individuos de las especies menos comunes, hasta llegar a un punto donde estos ejemplares no fueran apareciendo o se mantuvieran constantes.

El porcentaje de estas especies raras dentro de la muestra (singulares y dobles) fue de 15% y 6% respectivamente, estos porcentajes están dentro del rango de mínimo para la presencia de especies raras en el muestreo el cual no debe superar el 30% del total de individuos colectados.

Las colectas resultaron representativas para los coleópteros en cada uno de los lugares de muestreo, ya que la posibilidad de que nuevas especies se añadieran al muestreo disminuyó con el aumento del tamaño de la muestra.



Gráfica 3: Curva de acumulación de morfoespecies de coleópteros colectados en Tenjo.



5.2.2 Modelos de abundancia

Se evaluaron los modelos de abundancia de las morfoespecies distinguiendo entre fincas y entre épocas, ambos se ajustaron al modelo log-normal, la probabilidad de cada una de las pruebas de χ^2 fue mayor al nivel de significancia utilizado (0.05) (Tabla 4).

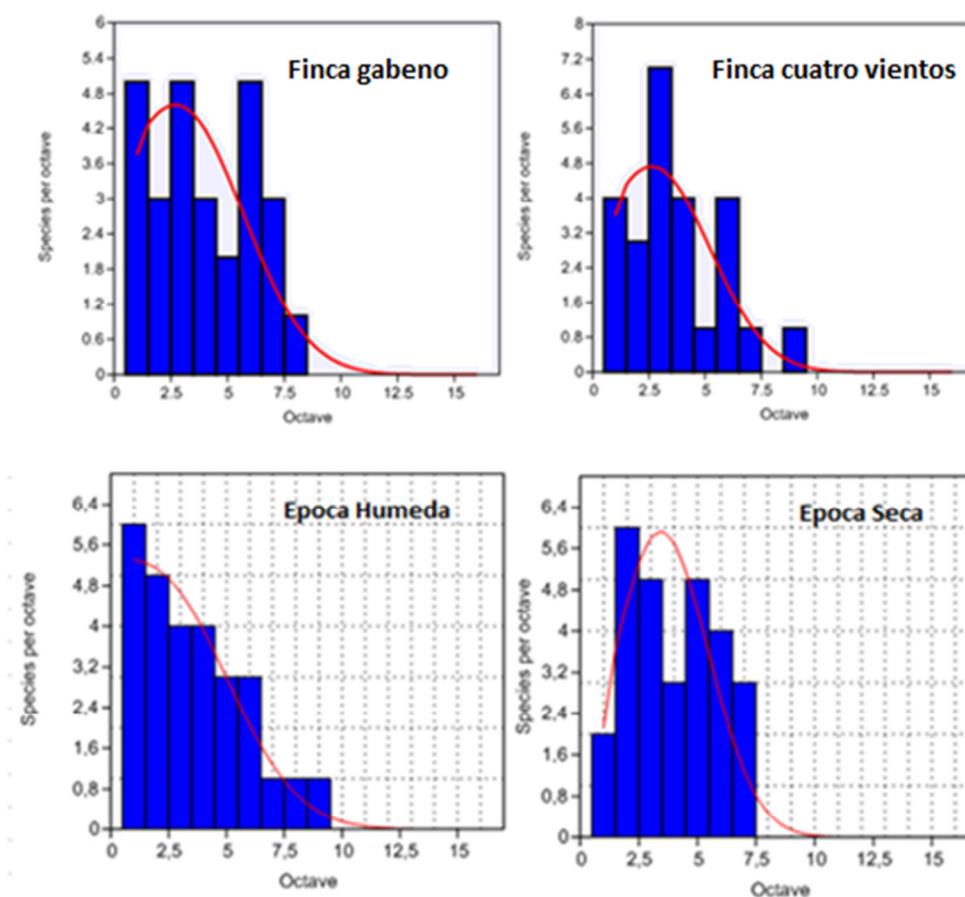
El ajuste de datos al modelo Log – Normal, implica que los ensamblajes de ambas fincas se encuentran en equilibrio, este resultado es característico de ambientes que tienen una oferta de recursos alta y manejan bajos niveles de estrés.

Tabla 4: Ajuste a la distribución Log Normal (prueba χ^2)

| | | χ^2 | P (Same) |
|--------|-----------|----------|----------|
| FINCAS | GABENO | 3.99 | 0.407 |
| | 4 VIENTOS | 4.66 | 0.324 |
| EPOCA | HUMEDA | 2.06 | 0.839 |
| | SECA | 2.58 | 0.639 |

La representación gráfica del ajuste al modelo log-normal, muestra que el comportamiento entre fincas es similar con respecto a la línea velo (color rojo), la cual se marca en la tercera octava en ambas fincas, para la finca Gabeno la frecuencia de morfoespecies en esta octava es 5, mientras que para Cuatro vientos es de 7 (Grafica 4).

La distribución de frecuencias entre épocas muestra que la época húmeda no presenta línea velo en este caso la primera octava es la dominante respecto a la frecuencia de especies raras. Para la época seca la línea velo se encuentra sobre la tercera octava con una frecuencia de 5 morfoespecies (Grafica 4).



Gráfica 4: Modelos de abundancia (log-normal) fincas y épocas.

5.2.3 Índices de diversidad

5.2.3.1 Análisis por lugar de muestreo

Con los índices de diversidad calculados con el software PAST (Hammer.*et al.* 2001), se observa para Shannon valores de 2.57 para Gabeno y 2.13 en Cuatro Vientos, de acuerdo con el Bootstrap se presentaron diferencias significativas entre las fincas (Tabla 5). Según la literatura estos valores señalan la presencia de una diversidad media.



Tabla 5: Índices de diversidad α de los Coleópteros, distinguiendo los sitios de colecta (Finca Gabeno - Finca Cuatro vientos).

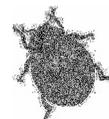
| | Gabeno | Cuatro Vientos | Boot p(eq) | Perm p(eq) |
|-----------------------------------|--------|----------------|------------|------------|
| Taxa S | 27 | 25 | 0.445 | 0.53 |
| Individuals | 760 | 638 | 0 | 0 |
| Dominance | 0.1016 | 0.2124 | 0.001 | 0.001 |
| Shannon H | 2.566 | 2.134 | 0.001 | 0.001 |
| Simpson indx | 0.8984 | 0.7876 | 0.001 | 0.001 |
| Berger-Parker | 0.1934 | 0.4154 | 0.001 | 0.001 |
| Reciproco de simpson (1/D) | 9.84 | 4.71 | | |
| % Mfspp dominantes | 36% | 19% | | |

Para determinar que los valores obtenidos mediante el uso de los índices se empleó el Bootstrapping y la permutación, cuando el nivel de significancia es menor a 0.05 confirma que existen diferencias significativas entre los valores de los índices para cada finca.

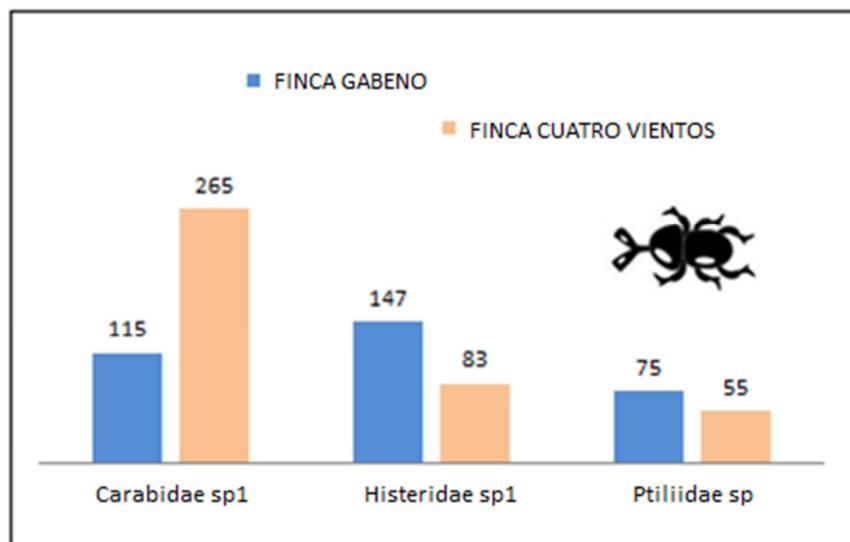
La dominancia según Simpson para Gabeno es baja con una probabilidad de 0.10, mientras que para Cuatro Vientos es el doble con un valor de 0.21 (Tabla 5). El valor máximo que puede tomar el índice de Simpson es 1, cuando los valores son cercanos a este la dominancia es alta y la diversidad es baja (Magurran. 2004).

En base al resultado anterior se calculó manualmente el índice recíproco de Simpson (1/D), el cual permite estimar que porcentaje de especies son dominantes en el ensamblaje. En la finca Gabeno el 36% de las mfspp son dominantes (10 mfspp de 27), mientras que en Cuatro Vientos sólo el 20% dominaron (5 mfspp de 25) lo que indica una mayor dominancia en esta última. (Anexo 2).

En cuanto al índice de Berger Parker la finca Gabeno presenta un menor valor (0.19), que cuatro vientos (0.42) siendo significativamente diferentes, esto indica que la mfspp dominante en Cuatro Vientos aportó el 42% de la abundancia



(Carabidae sp1), mientras que en Gabeno solo fue el 19% (Histeridae sp1) (Grafica 5). El índice de Berger-Parker permite identificar la frecuencia de la especie dominante, maneja valores entre 0 – 1, un valor alto se interpreta como una disminución de la equidad y un aumento de la dominancia (Moreno 2001).



Grafica 5: Número de individuos en cada una de las morfoespecies dominantes en cada finca.

Las familias dominantes para el muestreo general son: Carabidae, Histeridae y Staphylinidae. Discriminadas por finca en Gabeno son Histeridae (181 – 24%), Carabidae (131 – 17%) y Staphylinidae (127 – 16.7%), sumando un total de 439 individuos (57.7% muestreo total).

En la finca Cuatro Vientos las familias dominantes fueron las mismas pero con un orden diferente, en este caso son Carabidae (282 – 44.2%) fue la más abundante, seguida de Histeridae (83 – 13%) y Staphylinidae (67 – 10.5%), con un total de 432 individuos (67.7%) (Tabla 6).



Tabla 6: Resumen familias más abundantes por época y sitio de colecta.

| | | FAMILIAS | NUMERO DE INDIVIDUOS | PORCENTAJE DEL TOTAL DE IND. (%) |
|-------|----------------|---------------|----------------------|----------------------------------|
| FINCA | GABENO | Histeridae | 181 | 24 |
| | | Carabidae | 131 | 17 |
| | | Staphylinidae | 127 | 16.7 |
| | CUATRO VIENTOS | Carabidae | 282 | 44.2 |
| | | Histeridae | 83 | 13 |
| | | Staphylinidae | 67 | 10.5 |
| EPOCA | HUMEDA | Carabidae | 315 | 39.7 |
| | | Histeridae | 132 | 16.64 |
| | | Staphylinidae | 125 | 17.7 |
| | SECA | Histeridae | 132 | 21.81 |
| | | Carabidae | 98 | 16.19 |
| | | Nitidulidae | 87 | 14.38 |

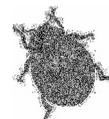
5.2.3.1 Análisis por época de muestreo

Finca Gabeno (época húmeda y seca)

El índice de Shannon presenta en ambas épocas de muestreo valores mayores a 1.5 caracterizando las épocas como eventos temporales de diversidad media. 2,02 en la época húmeda y 2.64 para la época seca (Tabla 7).

Tabla 7: Índices de diversidad α de los coleópteros, para las épocas de muestreo (Húmeda - seca) en la finca Gabeno.

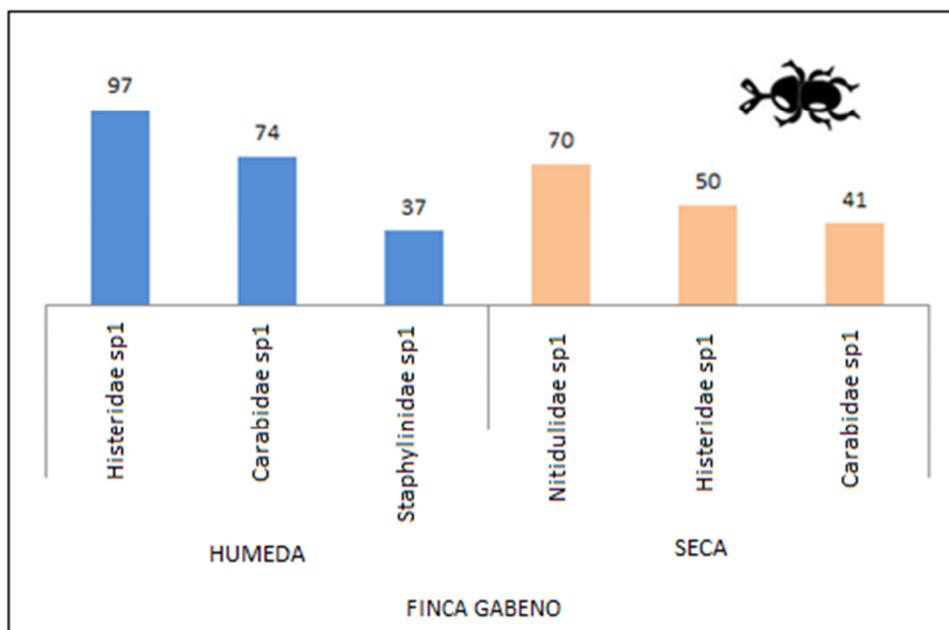
| | Húmeda | Seca | Boot p(eq) | Perm p(eq) |
|-----------------------------------|--------|---------|------------|------------|
| Taxa S | 18 | 26 | 0.001 | 0.008 |
| Individuals | 319 | 441 | 0 | 0 |
| Dominance | 0.1815 | 0.08756 | 0.001 | 0.001 |
| Shannon H | 2.02 | 2.641 | 0.001 | 0.001 |
| Simpson indx | 0.8185 | 0.9124 | 0.001 | 0.001 |
| Berger-Parker | 0.3041 | 0.1587 | 0.001 | 0.001 |
| Reciproco de Simpson (1/D) | 5.51 | 11.42 | | |
| % Mfspp dominantes | 31% | 44% | | |



Según Simpson la dominancia en la época húmeda es alta con una probabilidad del 0.18, mientras que para la seca es de 0.087 (Tabla 7). El valor máximo que puede tomar el índice de Simpson es 1, cuando los valores son cercanos a este la dominancia es alta y la diversidad es baja (Magurran. 2004).

Al calcular el índice recíproco de Simpson ($1/D$), En la época húmeda el 31% de las mfsps son dominantes (6 mfsps de 18), mientras que en la época seca el porcentaje fue de 44% (12 mfsps de 26) (Anexo 2).

Para el índice de Berger Parker la época húmeda presenta un mayor valor (0.30), que la época seca (0.15) evidenciando para la primera época una disminución de la equidad y un aumento de la dominancia (Moreno 2001). El porcentaje de la mfsps dominante para la época húmeda en la finca Gabeno es de 30% (Histeridae sp1) mientras que para la época seca es 15% (Nitidulidae sp1) (Grafica 6).



Grafica 6: Morfoespecies dominantes por época en la finca Gabeno

El total de individuos colectados para la finca Gabeno son 760 individuos, 319 durante la época húmeda y 441 durante la época seca.



Finca Cuatro Vientos (época húmeda y seca)

Tabla 8: Índices de diversidad α de los coleópteros, para las épocas de muestreo (Húmeda - seca) en la finca Cuatro Vientos.

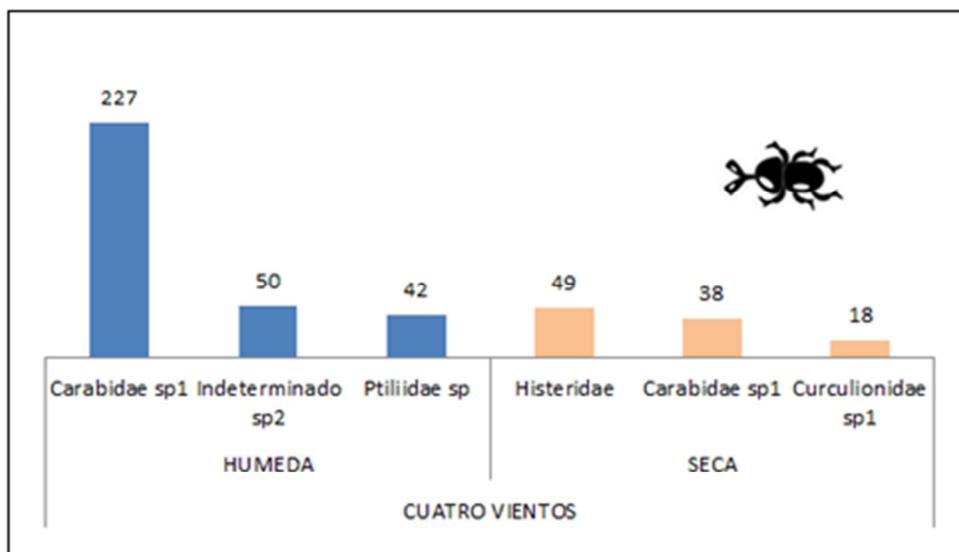
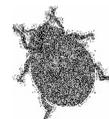
| | Húmeda | seca | Boot p(eq) | Perm p(eq) |
|-----------------------------------|--------|--------|------------|------------|
| Taxa S | 23 | 18 | 0.489 | 0.645 |
| Individuals | 474 | 164 | 0 | 0 |
| Dominance | 0.2613 | 0.169 | 0.011 | 0.006 |
| Shannon H | 1.964 | 2.189 | 0.08 | 0.096 |
| Simpson indx | 0.7387 | 0.831 | 0.011 | 0.006 |
| Berger-Parker | 0.4789 | 0.2988 | 0.001 | 0.001 |
| Reciproco de Simpson (1/D) | 3.83 | 5.92 | | |
| % Mfspp dominantes | 17% | 33% | | |

Para ambas épocas el índice de Shannon muestra valores mayores a 1.5 caracterizando las épocas con una diversidad media (Moreno 2001). 1.96 en la época húmeda y 2.18 para la época seca (Tabla 8).

En la finca Cuatro Vientos la dominancia en la época húmeda es mayor a la época seca con una probabilidad del 0.26 y 0.16 respectivamente (Tabla 8). Siendo la época seca la menos dominante (mayor diversidad).

Al calcular el índice recíproco de Simpson (1/D), en la época húmeda el 17% de las mfspp son dominantes (4 mfspp de 23), mientras que en la época seca el porcentaje fue de 33% (6 mfspp de 18) (Anexo 2).

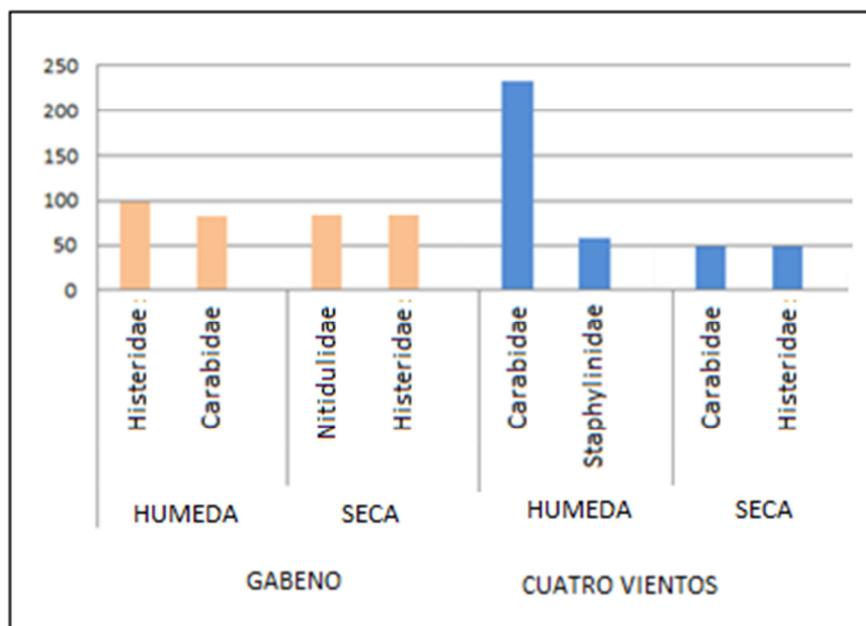
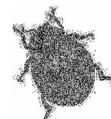
Para el índice de Berger Parker la época húmeda presenta un mayor valor (0.47), que la época seca (0.29) evidenciando para la primera época una disminución de la equidad y un aumento de la dominancia (Moreno 2001). El porcentaje de la mfspp dominante para la época húmeda en la finca Cuatro Vientos es de 47% (Carabidae sp1) mientras que para la época seca es 29% (Histeridae sp) (Grafica 7).



Grafica 7: Morfoespecies mas dominantes en cada época para la finca Cuatro vientos.

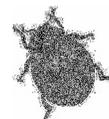
El número de individuos colectado en la finca Cuatro Vientos es de 638; 474 y 164 durante la época húmeda y seca, respectivamente.

las familias abundantes teniendo en cuenta la época de muestreo se observa para la finca Cuatro Vientos durante la época húmeda son Carabidae y Staphylinidae, en la época seca son Carabidae Histeridae y Curculionidae, mientras que para Gabeno en la época húmeda son, Histeridae, Carabidae y Staphylinidae, y en la época seca resultan ser más abundantes Nitidulidae seguida de Histeridae y Staphylinidae (Grafica 8).



Grafica 8: Familias más dominantes por época de muestreo, entre fincas.

Al evaluar la relación entre el lugar y la época de muestreo, 8 de las 33 mfspp colectadas resultan ser únicas para una finca y época de muestreo.



5.3 Evaluación de la diversidad beta

5.3.1 Índice de similitud Chao-Jaccard

El índice Chao-Jaccard arrojó un porcentaje de similitud de especies entre fincas del 86% (0.859), indicando que la mayoría de las morfoespecies se encuentran presentes en las dos fincas; este comportamiento es el mismo al analizar el cambio en la composición de mfspp entre épocas al interior de cada finca, para Gabeno fue de 87% y para Cuatro Vientos de 88%.

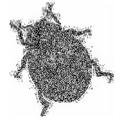
Tabla9: índice de Chao- Jaccard. (coleópteros)

| FINCAS | CHAO- JACCARD |
|----------------|---------------|
| GABENO | 0.873 |
| CUATRO VIENTOS | 0.884 |

Tabla 10: Morfoespecies únicas evaluando la relación entre lugar y época de muestreo.



| MORFOESPECIES | LUGAR DE MUESTREO | | EPOCA DE MUESTREO | |
|--------------------------|-------------------|-----------|-------------------|------|
| | GABENO | 4 VIENTOS | HUMEDA | SECA |
| <i>Carabidae sp2</i> | | | | |
| <i>Carabidae sp6</i> | | | | |
| <i>Carabidae sp7</i> | | | | |
| <i>Coccinellidae sp</i> | | | | |
| <i>Curculionidae sp3</i> | | | | |
| <i>Nitidulidae sp2</i> | | | | |
| <i>Staphylinidae sp3</i> | | | | |
| <i>Staphylinidae sp7</i> | | | | |



Las Mfspp que no comparten los lugares de muestreo son: Carabidae sp2, Coccinelidae sp, Curculionidae sp3 y Staphylinidae sp3 solo se presentan en la finca Cuatro Vientos cuando la época es húmeda a excepción de Carabidae sp6 que se presenta en la época seca.

Carabidae sp7 y Staphylinidae sp7 solo se presentaron en la finca Gabeno durante la época húmeda, mientras que Nitidulidae sp2 se presentó en Gabeno pero durante la época seca (Tabla 10).



6. DISCUSIÓN

El arreglo y distribución de los puntos de muestreo, permitió obtener suficiente información para la realización de los análisis sobre el ensamblaje de coleópteros. La curva de acumulación de especies alcanzó una eficiencia de muestreo del 88% superando el valor mínimo requerido para análisis de la biodiversidad (85%).

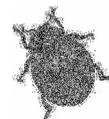
En este estudio no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la abundancia y composición de las Mfspp que conforman el ensamblaje de coleópteros entre los sitios de muestreo.

La finca Gabeno mostro un mayor número de individuos (760) que la finca Cuatro vientos en donde solo se colectó el 45 % del total de los individuos. El índice de Simpson indica que Gabeno es el sitio más diverso con un valor de 0.89 comparada con Cuatro vientos (0.79).

No obstante estas dos zonas comparten la mayoría de familias y morfoespecies.

Al analizar los datos de abundancia de arvenses para los lugares de muestreo reportados en Pradilla (2009), se encuentran diferencias importantes entre las fincas. En Gabeno las tres especies más abundantes son *P. nepalense* (27.9%), *V. pérsica* (23.4%) y *R. acetosella* (13.7 %) En Cuatro vientos las más abundantes fueron, *R. acetosella* (40.2%), *O. corniculata* (20.7%) y *C. sativum* (18.1%).

Esta diferencia en la abundancia de las arvenses, especialmente entre *P. nepalense* y *V. pérsica*, puede estar relacionado con la mayor abundancia de coleópteros encontrados en Gabeno, debido a que estas especies ofrecen una mayor cantidad de recurso. La diferencia en la abundancia de las arvenses influye en las condiciones microclimáticas que estos hábitats proporcionan a los artrópodos (Pearce et al. 2003).

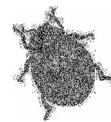


Los índices de diversidad muestran en general que la finca Gabeno es más diversa que la finca Cuatro Vientos. El índice de Shannon (2.56) y la dominancia (0.10) calculados para Gabeno indican que en este sistema agroecológico interactúa un mayor número de mfspp. En las comunidades más diversas hay un mayor mantenimiento de los servicios ecosistémicos como el ciclaje de nutrientes y controladores biológicos ya que las poblaciones de herbívoros se regulan por posibles depredadores, parasitoides y competidores (Altieri 1999).

En Gabeno el crecimiento de las arvenses en ambas épocas de muestreo fue abundante, mientras que en Cuatro Vientos se presentaron porcentajes de suelo descubierto en las zonas donde se evaluaron las arvenses, 14% en la época húmeda y 28% en la época seca (Pradilla 2009). Esta disminución en la abundancia de arvenses disminuye la oferta de refugio para la fauna edáfica; además facilita la pérdida de humedad del sustrato, condición importante para la reproducción (Pearce et al., 2003).

Por otra parte en el número de coleópteros colectados entre la finca Gabeno y la finca Cuatro Vientos puede estar asociado a la diferencia en la cobertura de arvenses esta diferencia en la cobertura debe la oferta de agua para riego ya que en la finca Cuatro Vientos esta proviene de reservorios de agua lluvia, por tal motivo en la temporada seca hay menor disponibilidad de este recurso (Pradilla 2009). Estas áreas desprovistas de vegetación presentan condiciones microclimáticas adversas como son las altas temperaturas y alta incidencia de la luz que limita la presencia de los coleópteros (Brown et al. 2001).

En ambas fincas se realiza un laboreo superficial esta preparación del suelo comparado con otras prácticas de manejo (rotación, fertilización etc.) es la que presenta mayores efectos sobre la distribución y abundancia de los artrópodos, aplicar un laboreo superficial disminuye la erosión y facilita el establecimiento del



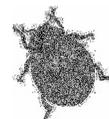
nuevo cultivo (Brown et al. 2001) y de arvenses las cuales favorecen el establecimiento de los coleópteros herbívoros porque sirven de alimento, y brindan hábitat a una gran variedad de organismos que son la dieta de coleópteros depredadores, además contribuyen a estabilizar el microclima del suelo (FAO 2002).

El índice de Shannon – Wiener, muestra que ambas fincas presentan una diversidad media (valores entre 1.5 y 3.5), sin embargo Gabeno presentó una mayor diversidad que Cuatro Vientos con un valor de 2.53 y 2.13 respectivamente.

Los ensamblajes de coleópteros en la finca Gabeno y Cuatro Vientos se ajustaron al modelo de abundancia log-normal, lo cual indica que ambos se encuentran en equilibrio. En un ecosistema natural factores temporales como el clima afectarían de modo parcial o total la estructura de la vegetación, pero en este caso al ser un ambiente controlado con respecto al tipo de vegetación que se cultiva y los tiempos de siembra y cosecha, ofrecen una oferta de alimento y refugio constante dentro del agroecosistema (Zerbino y Morón 2003).

Las familias Carabidae, Staphylinidae e Histeridae se mantienen dominantes en las dos fincas, las dos primeras aportan el mayor número de morfoespecies, en un estudio realizado por Curry (1987) se presentó el mismo comportamiento (13 y 19 mfspp respectivamente).

Sin embargo se encontraron diferencias en cuanto al número de individuos según la época del año, en la finca Gabeno para la época seca la Mfsp más abundante es Histeridae sp1 y en la época húmeda es Nitidulidae sp1 mientras que para la finca Cuatro Vientos Carabidae es la mfspp dominante para la época húmeda es Carabidae sp1 y en la época seca Histeridae sp1.



Autores como Levings y Windsor (1982) y Frith y Frith (1990) en sus estudios han reportado que en los trópicos las poblaciones de artrópodos varían estacionalmente; sin embargo, los resultados obtenidos no muestran estacionalidad en los patrones de abundancia, esto se puede deber a que los muestreos no se realizaron en los meses más secos (enero - julio) y lluviosos (Octubre - febrero) del año.

A nivel de familia Carabidae agrupó el mayor número de individuos con el 30% del total colectado seguido de Histeridae con una representación 18% (264 ind.) y Staphylinidae con 14% (194 ind.). Esta dominancia por parte de la familia Carábidae puede estar asociada a ciertas características de la familia como poseer el segundo par de alas reducidas y élitros fusionados, por lo tanto la mayoría de estas especies no vuelan, son de patas largas lo cual los hace corredores veloces y se encuentran asociadas al suelo y la vegetación (Martínez 2005).

La composición y distribución de las arvenses (vegetacion) puede afectar la disponibilidad de recursos, las condiciones microclimáticas, la fertilidad y estructura del suelo (Correia 2002). Además aumenta la capacidad de soportar adversidades climáticas por parte de los artrópodos (Curry 1987).

De las familias de coleópteros colectados Elateridae, Curculionidae y Scarabeidae (en algunos casos asociado a hábitos saprófagos y coprófagos) están principalmente asociadas a herbívora, dado que se alimentan de las partes vivas de las plantas, aunque Scarabeidae puede presentar un comportamiento detritívoro mientras que Carabidae y Staphylinidae son depredadores que se alimentan de animales vivos, en algunas ocasiones Staphylinidae se presenta como saprófago (Bohac J1999).



Los ensamblajes de coleópteros presente en cada finca con respecto a la abundancia de las familias dominantes (Carabidae y Staphylinidae) revela, que estas ayudan a controlar insectos plaga (Dubs et al. 2004), Los primeros se alimentan de Diptera, Collembola, Coleoptera, Oligochaeta y Homoptera (Aphididae) (Curry 1987). Los segundos se alimentan principalmente de hongos y materia en descomposición además de algunos insectos y ácaros (Bentancourt y Scatoni 2001), sugiriendo su papel como controladores biológicos.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en el documento de Pradilla 2009, para avispa, se evidencia que la finca Gabeno debido a su oferta de recursos (cobertura (refugio), cantidad de flores por planta, % de flores abiertas, tamaño de la flor, cantidad de polen disponible) permite un mayor establecimiento de individuos y mfpss.

En términos de dominancia los resultados varían, en el estudio con himenópteros las dos fincas fueron muy similares a nivel de familia, los índices de dominancia y Berger Parker muestran que existe una baja dominancia y que aunque hay especies con altas abundancias estas no llegan a concentrar a la mayoría de ejemplares.

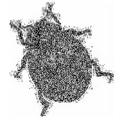
En el caso de los coleópteros estos índices revelan una dominancia relativamente alta, donde las tres familias más abundantes para Gabeno reúnen el 58% de total de los individuos colectados en esta finca y en Cuatro Vientos el 68%. Lo cual se confirma con el índice de Simpson.

Para ambos estudios tanto los ensamblajes de himenópteros y coleópteros, se ajustaron al modelo Log-Normal mostrando que ambas fincas se encuentran en equilibrio. Esto demuestra que las familias colectadas no son incidentales, sino que son parte importante dentro del agroecosistema.



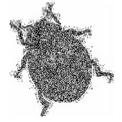
El índice Chao - Jaccard en ambos estudios, muestra que existe una alta similitud entre los ensamblajes de cada una de las fincas evaluadas, es decir existe correspondencia en la diversidad y abundancia de familias.

Los aspectos relacionados con el manejo parecen ser responsables de los resultados obtenidos en ambos estudios, en Cuatro vientos los problemas con la disponibilidad de agua para el riego, la ausencia de acolchados naturales que protejan el suelo y favorezcan la retención de la humedad además de la ausencia de abonos verdes que ayuden a enriquecer el suelo y mejorar su estructura contrastan con el uso de acolchados naturales que favorecen la estructura y la retención de agua empleados en Gabeno.



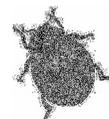
Conclusiones

- La mayor diversidad de arvenses se encontró en la finca Gabeno. Presentando una mayor oferta de recursos para los coleópteros.
- La abundancia y diversidad de los coleópteros fue muy similar entre las fincas.
- La incorporación de arvenses como plan de manejo en las fincas, puede contribuir en el aumento de la abundancia y diversidad de los coleópteros especialmente de aquellos que favorecen el control de especies plaga de los cultivos
- El análisis de los estimadores de riqueza evidenció que el muestreo en general fue eficiente, debido a las técnicas empleadas y al tiempo de muestreo.
- El entendimiento de los factores que influyen la diversidad, la abundancia y el comportamiento de los coleópteros puede ayudar a definir los requerimientos de conservación y manejo sus comunidades.



Recomendaciones

- Procesar los individuos hasta el nivel de especie para estimar la riqueza real de los ensamblajes.
- Aumentar los días de muestreo, algunos protocolos para la colectar de artrópodos proponen hasta 8 días para mayor eficiencia (Villamizar 2009).
- Realizar ensayos, de siembra de arvenses en base a la calidad de la oferta de recursos.



7. BIBLIOGRAFÍA

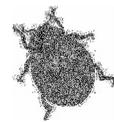
- Alomar O. y Albajes R. 2005. Control biológico de plagas: Biodiversidad funcional y gestión del agroecosistema. Biojournal.net. Volumen 1. [Internet]. Disponible:
[http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/4643/Biodiversidad Funcional.pdf?sequence=1](http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/4643/Biodiversidad_Funcional.pdf?sequence=1).
- Altieri M. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 74 [Internet]. Disponible:
<http://geography.siu.edu/pdfFiles/Courses/429/429%20Readings%20S2011/1%20Altieri%20biodiv.pdf>.
- Altieri M. 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. Agriculture, Ecosystems and Environment. Volume 93. P. 1 – 24 [Internet]. Disponible:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880902000853>.
- Andow D. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology* 36: 561-586. [Internet]. Disponible:
<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.en.36.010191.003021>.
- Becker P. 2012. Colonization of Islands by Carnivorous and Herbivorous Heteroptera and Coleoptera: Effects of Island Area, Plant Species Richness, and 'Extinction' Rates. Biology Department, University Brunei Darussalam. *Journal of Biogeography* (19). P. 163 – 171. [Internet]. Disponible:
<http://www.jstor.org/discover/10.2307/2845502?uid=2&uid=4&sid=21100811716931>



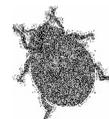
- Bentancourt M y Scatoni I. 2001. Enemigos Naturales: Manual ilustrado para la agricultura y forestación. Montevideo, Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur. Facultad de Agronomía.P. 169.
- Bland G y Jaques H. 1992. How to know the insects. 3 edición. McGraw-Gill.
- Bustamante M, Audrey A y Simonetii A. 2004. Dung decomposition and associated beetles in a fragmented temperate forest. Revista Chilena de Historia Natural (77): 107-120. [Internet]. Disponible: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnat/v77n1/art09.pdf>.
- Brown G, Pasini A, Benito P, Aquino M y Correia F. 2001. Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no tillage agroecosystems: A preliminary analysis. Report presented in the “International Symposium on Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems”. Montreal, Canadá. P. 20.
- Bohac J.1999. Staphylinid beetles as bioindicators. Agriculture, Ecosystems and Environment (74). P. 357-372.
- Chao A, Chazdon R, Colwell R y Shen T. 2005. Un Nuevo método estadístico para la evaluación de las similitudes en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. Monografías tercer milenio Volumen 4. Z.E.A. P 85 – 96.
- Colwell K. 2008. Estimates Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from samples, Version 8.0.



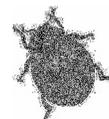
- Curry P. 1987 The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. The composition of the fauna. Grass and Forage Science 42:103-120.
- Correia M. 2002. Relações entre a diversidade da fauna do solo e os processos [Internet]. Disponible: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/download/doc156.pdf>
- DANE. 2005. [Internet], Disponible: http://www.dane.gov.co/#twoj_fragment1-4.
- Delvare G, Aberlench H, Michel B y Figueroallos A. 2002 Insectos de africa y de america tropical, claves para la identificación de las principales familias. CIRAD 55. Campus International de Baillarguet France. [Internet]. Disponible: http://aberlentomo.fr/13_suppl_web_ento/delvaberl_espasa.pdf
- Dubs F, Lavelle P, Brennan A, Eggleton P, Haimi J, Ivits E, Jones D, Keating A, Moreno G, Scheidegger C, Sousa P, Szel G y Watt A. 2004. Soil macrofauna response to soil, habitat and landscape features of land use intensification: an European gradient study. In International Colloquium on Soil Zoology and Ecology. (14) Session 7. Functional groups and valuation as indicators of soil fauna. P. 252.
- Eichhorn M, Compton S y Hartley S. 2008. The Influence of Soil Type on Rain Forest Insect Herbivore Communities. BIOTROPICA Vol. 40, No. 6. P. 707 - 713.
- Escobar F y Halffter G. 1999. Análisis de la biodiversidad a nivel de paisaje mediante el uso de grupos indicadores: escarabajos del estiércol. Memorias IV Reunión Latino-Americana, Brasil. P. 135 - 140.



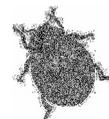
- Espinal C, Covalada H y Pérez D. 2005. La cadena de cultivos ecológicos en Colombia, una mirada global de su estrategia dinámica 1991 – 2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agro cadenas Colombia. [Internet]. Disponible: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/20051121601_caracterizacion_ecologicos.pdf
- Falcón A. y Smith F. 1983. El concepto de control integrado de las plagas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. P 15 – 20.
- Fallas G, Chacon M y Castro J. 2009. Sostenibilidad de sistemas agrícolas de fincas ecológicas y tradicionales en Costa Rica. Cuadernos de Investigación UNED. [Internet]. Disponible: http://www.uned.ac.cr/investigacion/publicaciones/cuaderno1/documents/Fallas_Sostenibilidad.pdf.
- Farnsworth E y Ellison A. (1997). Global Patterns of Pre-Dispersal Propagule Predation in Mangrove Forests. BIOTROPICA Vol. 29, No. 3. P 318 - 330.
- FAO. 2002. Soil biodiversity and sustainable agriculture. In International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture. FAO. Documentos Embrapa Soja (182). P. 1 - 68.
- Frith D y Frit C. 1990. Seasonality of litter invertebrate populations in an Australian upland tropical rain forest. Biotropica 22. P. 181-190.
- Fauth J. Bernardo J. Camara M. Resetarits J. Buskirk V y McCollum A. 1996. Simplifying the jargón of community Ecology: a Conceptual Approach. American Naturalist 147. P. 282 – 286.



- Glissman S. 1998. Agroecología, procesos ecológicos en agricultura sostenible. Cap 1. P. 6 – 10.
- Hammer O, Harper D y Ryan P. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontología Electrónica volumen 4. [Internet]. Disponible: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf.
- IDEAM. 1999. [Internet]. Disponible: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?!Servicio=Publicaciones&ITipo=publicaciones&IFuncion=loadContenidoPublicacion&id=257>.
- IGAC - ICA. 1988. Suelos y bosques de Colombia.
- Jiménez A. y Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología 8:151-161.
- Knapp A, Briggs M y Koelliker K. 2001. ECOSYSTEMS. Volume 4. P 19 - 28. [Internet]. Disponible: <http://www.springerlink.com/content/wh2dvatdhmghwp0k/>.
- Kotliar N y Wiens J. 1990. Multiple scales of patchiness and patch structure: a hierarchical framework for the study of heterogeneity. OIKOS 59: 253 – 260. Disponible: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/3545542?uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=47699010562327>.



- Levingss S y Windsor D. 1982. Seasonal and annual variation in litter arthropod populations, en Leigh E y Windsor D. The ecology of a tropical forest. Seasonal long term changes Smithsonian. Institution Press. P.355-387.
- Magurran A. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science.
- Martin F; Morrone J y Melic A. 2000. Inventario y estimación de la diversidad de los Coleoptera neotropicales. Monografias tercer milenio. S.E.A España.
- Martínez C. 2005. Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 546 p. [Internet]. Disponible: <http://www.humboldt.org.co/download/andes/IAVH-00399.pdf>.
- Melo L, Ortega C, y Gail A. 2007. The effect of nematodes on larvae of *Phyllophaga menestriesi* and *Anomala inconstans* (Coleoptera: Melolonthidae). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Revista Colombiana de entomología. Volumen 33.
- McIntyre N y Wiens J.1999. How Does Habitat Patch Size Affect Animal Movement? An Experiment With Darkling Beetles. Business library [Internet]. Disponible: http://findarticles.com/p/articles/mi_m2120/is_7_80/ai_57398253/?tag=content:col1.
- Meson R. 1997. Pautas de manejo de las malezas para incrementar las poblaciones de insectos benéficos en el cultivo de palma aceitera

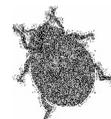


(*Elaeisguine ensis* Jaquin). *Agronomía mesoamericana*. 8: 21 – 32. [Internet]. Disponible: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v08n02_021.pdf.

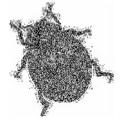
- Medina A y Lopera T. 2000. Clave para la identificación de géneros de escarabajo. Caldasia volumen: 22.
- Moreno C. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, España. P. 1 – 84.
- Muriel S y Vélez L. 2004. Evaluando la diversidad de plantas en los agroecosistemas como estrategia para el control de plagas. Manejo integrado de plagas y agroecología 71: 13 – 20. [Internet]. Disponible: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1928E/A1928E.PDF>.
- Nicholls C, Altieri M y Sanchez J. 2001. Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable. Editorial Vida sana. Barcelona.
- Ortiz E. 1995. Factores que favorecen el desarrollo de la resistencia de artrópodos a pesticidas: estrategias de control. CORPOICA. 1996. p. 51 - 61.
- Pardo L, Lerma J, Bellotti A y Schoonhoven A. 2005. Structure and composition of the white grub complex (Coleoptera: Scarabeidae) in agroecological systems of northern Cauca, Colombia. Departamento de Biología, Universidad del Valle. Florida Entomologist 88.
- Pickett S y Cadenasso M. 1995. Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems. Science. [Internet]. Disponible: <http://www.sciencemag.org/content/269/5222/331>.



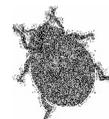
- Picó F y Quintana P. 2005. Análisis de factores demográficos y genéticos para la conservación de poblaciones de plantas en un hábitat fragmentado. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Barcelona. Ecosistemas 14 (2): 109 – 115. [Internet]. Disponible: <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/112.pdf>
- Pearce J, Venier A, Mckee J, Pediar J y Mckenney D. 2003. Influence of habitat and microhabitat on carabid (Coleoptera: Carabidae) Assemblages In tour stand types canadian Entomologist (135).P. 337-357.
- Pradilla G. 2009. Relación entre las comunidades de avispas y arvenses en dos fincas ecológicas en Tenjo, Cundinamarca (Colombia). [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia.
- Reichelderfer K y Bender F. 2012. Application of a Simulative Approach to Evaluating Alternative Methods for the Control of Agricultural Pests. American journal of agricultural economics Association and Oxford University. Volume 61. P 258 – 267.
- Ribera I. 1999. Evolución, filogenia y clasificación de los Coleoptera (Arthropoda: Hexapoda). Boletín S.E.A. 26. P. 435-458.
- Risch S. Andow D y Altieri M. 1983. Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. Environmental Entomology. Volume 12. P. 625-629.
- *Robinson G, Holt R, Gaines M, Hamburg S, Johnson L, Fitch H y Martinko E. 1992. Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation. Science [internet]. Disponible: <http://www.sciencemag.org/content/257/5069/524>.*



- Rodríguez M, France A y Gerding M. 2004. Evaluación de dos cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* (Metsh.) para el control de larvas de gusano blanco *Hylamorpha elegans* Burn. (Coleoptera: Scarabaeidae). *Agricultura Técnica* 64 (1): 1 – 11.
- Sabogal A. 2011. Estudio comparativo de las comunidades de arañas asociadas a bosques conservados y áreas intervenidas en el santuario de flora y fauna Otún Quimbaya (Risaralda, Colombia). [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia.
- Tilman, D.; Wedin, D. y Knops, J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature* 379. P. 718. – 720 [Internet]. Disponible: <http://www.eeb.uconn.edu/courses/EEB302/EverythingInHereAsOfJan2006/Tilman.pdf>
- Van Der Hammen T. 1995. Global change, biodiversity and conservation of Neotropical montane forest. *Forests*. New York Botanical garden. P 603 – 607.
- Villarreal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M, Umaña AM. 2006. Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad Colombia: Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Zerbino M y Morón A. 2003. Macrofauna del suelo y su relación con propiedades físicas y químicas en rotaciones cultivo-pastura. Simposio “40



años de rotaciones agrícolas – ganaderas”. Montevideo, INIA. Serie Técnica N° 134. P. 45 - 53.



ANEXOS

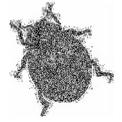
Anexo 1: Listado de familias y abundancias de coleópteros recolectados en Tenjo.

| FAMILIA | MORFOESPECIE | NUMERO DE INDIVIDUOS | TOTAL DE INDIVIDUOS POR FAMILIA |
|------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------------|
| <i>Anthicidae</i> | <i>Anthicidae</i> sp1 | 13 | 29 |
| | <i>Anthicidae</i> sp2 | 16 | |
| <i>Carabidae</i> | <i>Carabidae</i> sp1 | 380 | 413 |
| | <i>Carabidae</i> sp2 | 1 | |
| | <i>Carabidae</i> sp3 | 4 | |
| | <i>Carabidae</i> sp4 | 21 | |
| | <i>Carabidae</i> sp5 | 5 | |
| | <i>Carabidae</i> sp6 | 1 | |
| | <i>Carabidae</i> sp7 | 1 | |
| <i>Coccinellidae</i> | <i>Coccinellidae</i> sp | 1 | 1 |
| <i>Curculionidae</i> | <i>Curculionidae</i> sp1 | 2 | 39 |
| | <i>Curculionidae</i> sp2 | 34 | |
| | <i>Curculionidae</i> sp3 | 3 | |
| <i>Elateridae</i> | <i>Elateridae</i> sp1 | 37 | 47 |
| | <i>Elateridae</i> sp2 | 10 | |
| <i>Histeridae</i> | <i>Histeridae</i> sp1 | 230 | 264 |
| | <i>Histeridae</i> sp2 | 34 | |
| <i>Inde</i> | <i>inde</i> sp1 | 52 | 56 |
| | <i>Indesp2</i> | 4 | |
| <i>Nitidulidae</i> | <i>Nitidulidae</i> sp1 | 75 | 89 |
| | <i>Nitidulidae</i> sp2 | 14 | |
| <i>Phalacridae</i> | <i>Phalacridae</i> sp | 14 | 14 |
| <i>Ptiliidae</i> | <i>Ptiliidae</i> sp | 130 | 130 |
| <i>Ptilodactylidae</i> | <i>Ptilodactylidae</i> sp | 47 | 47 |
| <i>Scarabaeidae</i> | <i>Scarabaeidae</i> sp | 67 | 67 |
| <i>Scolytidae</i> | <i>Scolytidae</i> sp | 8 | 8 |
| <i>Staphylinidae</i> | <i>Staphylinidae</i> sp1 | 79 | 194 |
| | <i>Staphylinidae</i> sp2 | 42 | |
| | <i>Staphylinidae</i> sp3 | 1 | |
| | <i>Staphylinidae</i> sp4 | 43 | |
| | <i>Staphylinidae</i> sp5 | 22 | |
| | <i>Staphylinidae</i> sp6 | 5 | |
| | <i>Staphylinidae</i> sp7 | 2 | |
| Total general | 33 mfspp | 1398 | 1398 |

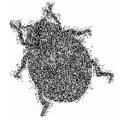


Anexo 2: Listado de familias y morfoespecies de coleópteros, en cada época y lugar de muestreo.

| FAMILIA | MORFOESPECIE | EPOCA HUMEDA | EPOCA SECA | FINCA GABENO | FINCA 4 VIENTOS |
|------------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| <i>Anthicidae</i> | <i>Anthicidae</i> sp1 | 8 | 5 | 3 | 10 |
| | <i>Anthicidae</i> sp2 | 9 | 7 | 1 | 15 |
| Total Anthicidae | | 17 | 12 | 4 | 24 |
| <i>Carabidae</i> | <i>Carabidae</i> sp1 | 301 | 79 | 115 | 265 |
| | <i>Carabidae</i> sp2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | <i>Carabidae</i> sp3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| | <i>Carabidae</i> sp4 | 12 | 9 | 13 | 8 |
| | <i>Carabidae</i> sp5 | 0 | 5 | 1 | 4 |
| | <i>Carabidae</i> sp6 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | <i>Carabidae</i> sp7 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Total Carabidae | | 315 | 98 | 131 | 282 |
| <i>Coccinellidae</i> | <i>Coccinellidae</i> sp | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Total Coccinellidae | | 1 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Curculionidae</i> | <i>Curculionidae</i> sp1 | 16 | 18 | 0 | 34 |
| | <i>Curculionidae</i> sp2 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| | <i>Curculionidae</i> sp3 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Total Curculionidae | | 21 | 18 | 2 | 31 |
| <i>Elateridae</i> | <i>Elateridae</i> sp1 | 7 | 30 | 30 | 7 |
| | <i>Elateridae</i> sp2 | 3 | 7 | 10 | 0 |
| Total Elateridae | | 10 | 37 | 40 | 7 |
| <i>Histeridae</i> | <i>Histeridae</i> sp1 | 131 | 99 | 147 | 83 |
| | <i>Histeridae</i> sp2 | 1 | 33 | 34 | 0 |
| Total Histeridae | | 132 | 132 | 181 | 83 |
| <i>Inde</i> | <i>Inde</i> sp1 | 1 | 3 | 4 | 0 |
| | <i>Inde</i> sp2 | 50 | 2 | 1 | 51 |
| Total Inde | | 51 | 5 | 5 | 51 |
| <i>Nitidulidae</i> | <i>Nitidulidae</i> sp1 | 2 | 73 | 71 | 4 |
| | <i>Nitidulidae</i> sp2 | 0 | 14 | 14 | 0 |
| Total Nitidulidae | | 2 | 87 | 85 | 4 |
| <i>Phalacridae</i> | <i>Phalacridae</i> sp | 4 | 10 | 4 | 10 |
| Total Phalacridae | | 4 | 10 | 4 | 10 |
| <i>Ptiliidae</i> | <i>Ptiliidae</i> sp | 71 | 59 | 75 | 55 |
| Total Ptiliidae | | 71 | 59 | 75 | 55 |
| <i>Ptilodactylidae</i> | <i>Ptilodactylidae</i> sp | 13 | 34 | 40 | 7 |
| Total Ptilodactylidae | | 13 | 34 | 40 | 7 |
| <i>Scarabaeidae</i> | <i>Scarabaeidae</i> sp | 26 | 41 | 60 | 7 |
| Total Scarabaeidae | | 26 | 41 | 60 | 7 |



| | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| <i>Scolytidae</i> | <i>Scolytidaesp</i> | 5 | 3 | 6 | 2 |
| Total Scolytidae | | 5 | 3 | 6 | 2 |
| <i>Staphylinidae</i> | <i>Staphylinidae</i> sp1 | 57 | 22 | 59 | 20 |
| | <i>Staphylinidae</i> sp2 | 37 | 5 | 4 | 38 |
| | <i>Staphylinidae</i> sp3 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | <i>Staphylinidae</i> sp4 | 24 | 19 | 39 | 4 |
| | <i>Staphylinidae</i> sp5 | 4 | 18 | 18 | 4 |
| | <i>Staphylinidae</i> sp6 | 2 | 3 | 5 | 0 |
| | <i>Staphylinidae</i> sp7 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| Total Staphylinidae | | 125 | 69 | 127 | 67 |
| Total general | | 793 | 605 | 760 | 638 |

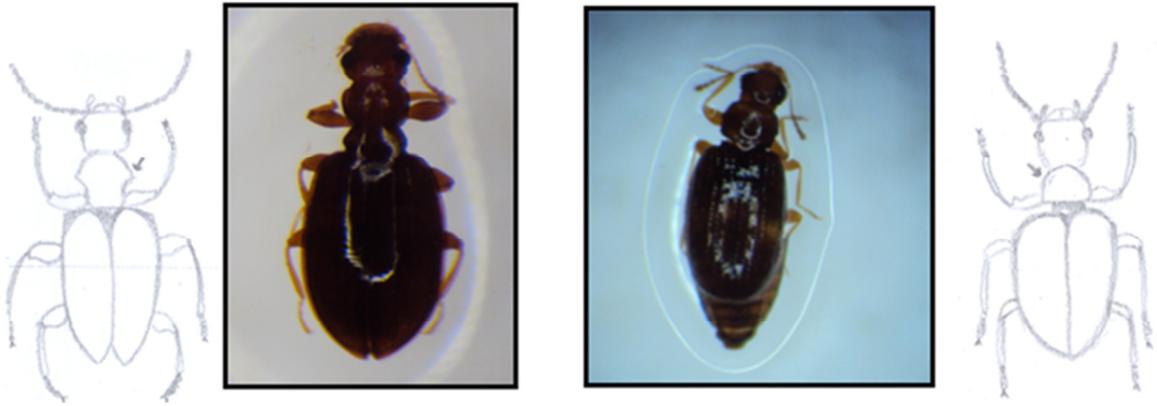


MORFOESPECIES IDENTIFICAS

ANTHICIDAE

ANTHICIDAE sp1

ANTHICIDAE sp2



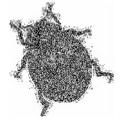
CARABIDAE

CARABIDAE sp1

CARABIDAE sp2

CARABIDAE sp3





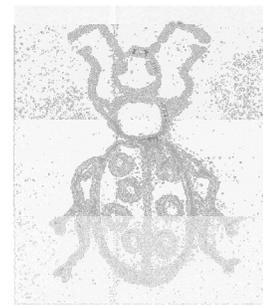
CARABIDAE sp4



CARABIDAE sp5

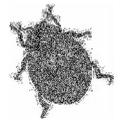


CARABIDAE sp6



CARABIDAE sp7





COCINELLIDAE

COCINELLIDAE sp



CURCULIONIDAE

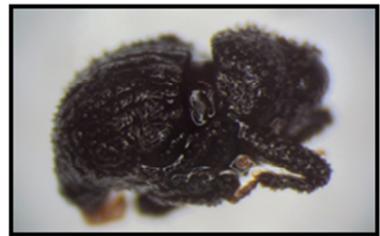
CURCULIONIDAE sp1

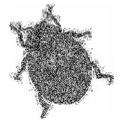


CURCULIONIDAE sp2



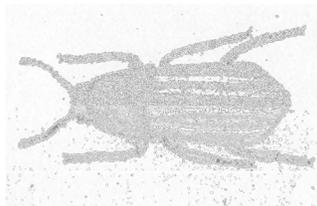
CURCULIONIDAE sp3



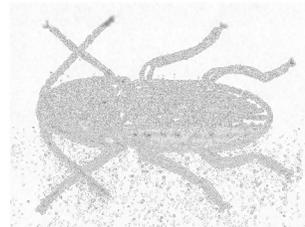


ELATERIDAE

ELATERIDAE sp1

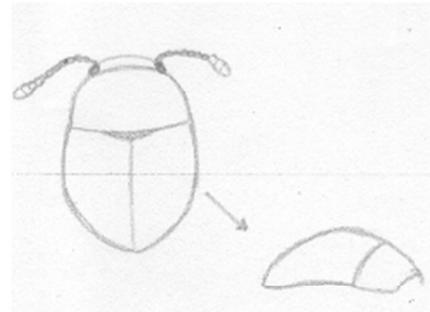


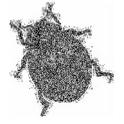
ELATERIDAE sp2



PHALACRIDAE

PHALACRIDAE sp





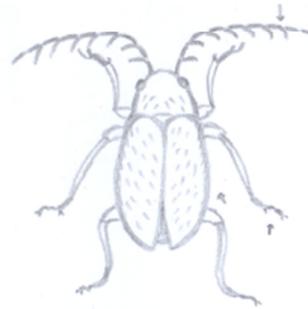
PTILIIDAE

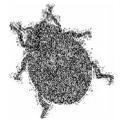
PTILIIDAE sp



PTILODACTILYDAE

PTILODACTILYDAE sp





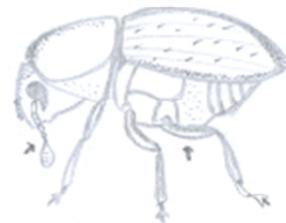
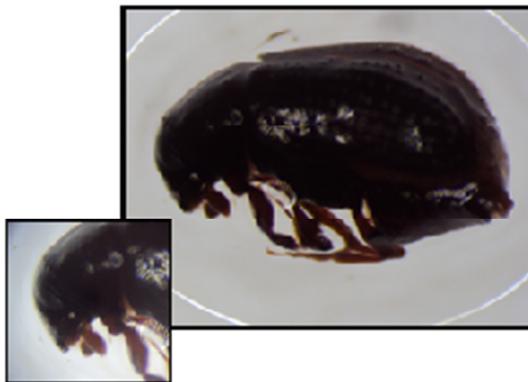
SCARABAEIDAE

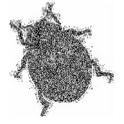
SCARABAEIDAE sp



SCOLYTIDAE

SCOLYTIDAE sp





STAPHYLINIDAE

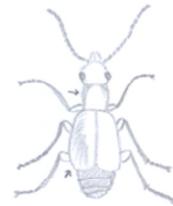
STAPHYLINIDAE sp 1



STAPHYLINIDAE sp2



STAPHYLINIDAE sp3



STAPHYLINIDAE sp4

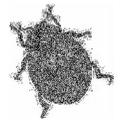


STAPHYLINIDAE sp5

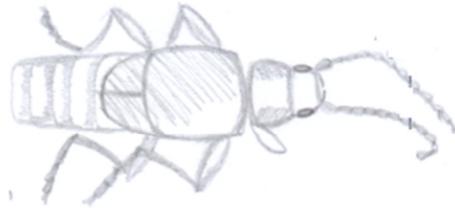
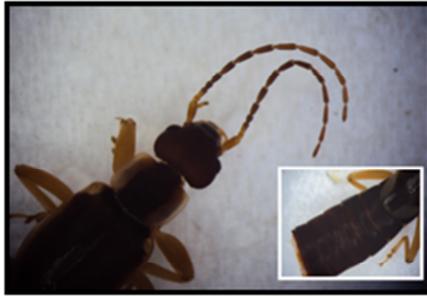


STAPHYLINIDAE sp6





STAPHYLINIDAE sp7



INDETERMINADO

INDE sp1



INDE sp2

