

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Comparación de la diversidad de Coleoptera entre dos tipos de manejo
agrícolas en fincas de la provincia de Pichincha**

**Disertación previa a la obtención del título de licenciada en ciencias
biológicas**

NASTIA SKOROBOGATOV SAAD

QUITO, 2021

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la Sta. Nastia Skorobogatov Saad ha sido concluida en conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

M.Sc. Álvaro Barragán Yáñez

Director de disertación

Quito, 2021

“L'ignorance affirme ou nie catégoriquement; la science doute. ”

Francois Marie Arouet Voltaire

“La ignorancia afirma o niega rotundamente; la ciencia duda.”

Francois Marie Arouet Voltaire

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, por guiarme, cuidarme, y enseñarme a ser una mejor persona todos los días; en esta época tan extraña que estamos pasando como humanidad, me recordaron lo más importante de la vida, y lo especial que es tenerlos en mi vida.

Agradezco a mi abuela y a mi mamá por no solo ser un apoyo emocional, sino también por ser un apoyo económico e impulsarme a seguir mis sueños y darme la oportunidad para estudiar esta carrera.

A mis mejores amigos David y Raquel, por todos los años de amistad y por todo el amor incondicional que me han dado; a mis amigos Andrés, Ricardo, Francisco, Richard, Andrea, Santiago y Josué, que hicieron mi vida en la universidad una época extraordinaria, además de aconsejarme y acompañarme siempre que lo necesité.

A mi director de tesis Álvaro Barragán, que me acompañó, enseñó y ayudó en todo este proceso. A Washington Pruna por ayudarme desde el principio en todas las salidas de campo y en el laboratorio. A todas las personas que a lo largo de mi tesis me ayudaron en la parte campo y en la parte de laboratorio, ayudándome en la limpieza e identificación de las muestras. Mi eterna gratitud con ustedes.

A mi novio, Gabriel, por ser una parte invaluable de mi vida, por compartir y vivir junto conmigo este proceso. Por comprenderme y ser un apoyo constante.

A Mimo, que estuvo y está en todo momento. Por hacerme compañía en mis desveladas y siestas, en mis festejos y mis tristezas, en todo mi paso por la universidad, y espero que así sea por muchos años más. A ti Mimo, te agradezco la vida entera; te amo.

Quisiera agradecer en especial a Patricio Andino, por toda su ayuda, tiempo, dedicación y paciencia fueron indispensables para la culminación de mi tesis. Por enseñarme nuevas herramientas de trabajo que serán útiles para mi vida profesional. Por disponer de su tiempo y estar pendiente de cualquier necesidad mía. Nuevamente, gracias.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por haber financiado esta investigación en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Exactas.

TABLA DE CONTENIDOS

1.	<u>RESUMEN.....</u>	1
2.	<u>ABSTRACT.....</u>	2
3.	<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	3
	3.1 <u>OBJETIVOS.....</u>	10
	3.1.1 <u>OBJETIVOS GENERALES.....</u>	10
	3.1.2 <u>OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</u>	10
4.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS.....</u>	11
	4.1 <u>ÁREA DE ESTUDIO.....</u>	11
	4.2 <u>ENCUESTAS.....</u>	12
	4.3 <u>FASE DE CAMPO.....</u>	12
	4.4 <u>FASE DE LABORATORIO.....</u>	14
	4.5 <u>ESTADÍSTICA.....</u>	15
5.	<u>RESULTADOS.....</u>	18
	5.1 <u>ENCUESTAS.....</u>	18
	5.2 <u>CARACTERIZACIÓN GENERAL.....</u>	21
	5.3 <u>TRAMPA BARRIDO.....</u>	25
	5.3.1 <u>DIVERSIDAD ALFA.....</u>	25
	5.3.2 <u>DIFERENCIAS DE ABUNDANCIAS ENTRE LAS DISTINTAS FECHAS DE MUESTREO.....</u>	25
	5.3.3 <u>CARACTERIZACIÓN MORFOTIPOS.....</u>	26
	5.3.4 <u>COMPARACION DE GRUPOS FUNCIONALES ENTRE MANEJOS.....</u>	27
	5.3.5 <u>ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL EN BASE A GRUPOS FUNCIONALES Y ABUNDANCIAS.....</u>	31

<u>5.4 TRAMPA PITFALL.....</u>	<u>34</u>
5.4.1 DIVERSIDAD ALFA	
5.4.2 <u>DIFERENCIAS DE ABUNDANCIAS ENTRE LAS DISTINTAS FECHAS DE MUESTREO.....</u>	<u>34</u>
5.4.3 <u>CARACTERIZACIÓN MORFOTIPOS.....</u>	<u>34</u>
5.4.4 <u>COMPARACION DE GRUPOS FUNCIONALES ENTRE.....</u>	<u>35</u>
<u>MANEJOS.....</u>	<u>36</u>
5.4.5 <u>ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL EN BASE A GRUPOS FUNCIONALES Y ABUNDANCIAS.....</u>	<u>39</u>
6. <u>DISCUSIÓN.....</u>	<u>45</u>
7. <u>CONCLUSIONES.....</u>	<u>56</u>
8. <u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>57</u>
9. <u>ANEXO.....</u>	<u>76</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ecuador, ubicando las diez fincas estudiadas dentro de la provincia de Pichincha.....	11
Figura 2. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre los grupos funcionales de las dos trampas utilizadas.....	23
Figura 3. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre las abundancias de las dos trampas utilizadas.....	24
Figura 4. Relación entre la abundancia y las diferentes épocas del muestro.....	26
Figura 5. Gráfica de los diez morfotipos más abundantes en total del muestreo.....	27
Figura 6. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo de la trampa barrido...	28
Figura 7. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo en las fincas agroecológicas.....	29
Figura 8. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo en las fincas convencionales.....	30
Figura 9. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre los grupos funcionales entre manejo convencional y manejo agroecológico.....	31
Figura 10. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre las abundancias de todas las fincas estudiadas de la trampa barrido.....	32
Figura 11. Agrupación entre todas las fincas estudiadas con similitud Bray – Curtis.....	33
Figura 12. Relación entre la abundancia y las diferentes épocas del muestro.....	35

Figura 13. Gráfica de los diez morfotipos más abundantes en total del muestreo.....	36
Figura 14. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo de la trampa pitfall.....	37
Figura 15. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo en las fincas agroecológicas.....	38
Figura 16. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo en las fincas convencionales.....	39
Figura 17. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre las abundancias de todas las fincas estudiadas de la trampa pitfall.....	40
Figura 18. Agrupación entre todas las fincas estudiadas con similitud Bray – Curtis.....	41
Figura 19. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre las abundancias de las fincas estudiadas de la trampa pitfall.....	42
Figura 20. Agrupación entre las fincas estudiadas con similitud Bray – Curtis.....	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fincas ubicadas en cada localidad, dependiendo del manejo y tipo de cultivo.....	12
Tabla 2. Encuesta a los dueños de las fincas agroecológicas.....	19
Tabla 3. Encuesta a los dueños de las fincas convencionales.....	20
Tabla 4. Familias del orden Coleoptera con sus morfotipos y números de individuos encontrados.....	21
Tabla 5. Grupos funcionales de cada familia encontrada en el estudio.....	22
Tabla 6. Índices de diversidad alfa basado en las abundancias de cada finca.....	25
Tabla 7. Individuos totales de los diez primeros morfotipos más abundantes con sus grupos funcionales.....	26
Tabla 8. Índices de diversidad alfa basado en las abundancias de cada finca.....	34
Tabla 9. Individuos totales de los diez primeros morfotipos más abundantes en la trampa pitfall.....	35

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta realizada a los agricultores que tienen un manejo agroecológico en sus predios.....	76
Anexo 2. Encuesta realizada a los agricultores que tienen un manejo convencional en sus predios.....	77
Anexo 3. Encuesta por observación directa del encuestador.....	78
Anexo 4a. Recolección de trampas de barrido con red entomológica.....	79
Anexo 4b. Recolección de trampa pitfall o de caída.....	79
Anexo 4c. Limpieza de muestras posterior a las recolectas de campo.....	79
Anexo 5. Cadena trófica lineal.....	80
Anexo 6. Cadena trófica no lineal.....	80

1. RESUMEN

A pesar de que la agricultura se desarrolló hace apenas 10 000 años, provocó que las sociedades nómadas se fueran asentando. Con este proceso, la domesticación de la flora y la fauna se volvieron inevitables y, a su vez, inició la expansión del nicho ecológico del ser humano. No obstante, con la llegada de la revolución verde y el uso de pesticidas, la agricultura convencional ha demostrado ser insostenible, por lo que la necesidad de buscar alternativas surge; y la mejor respuesta a esta necesidad ha sido la agroecología. La agroecología es una técnica aplicada que conjuga ecología, saberes ancestrales, y conservación ambiental con agricultura; además, tiene un respaldo científico sólido que permite evaluar su avance. El sistema agrícola, sea convencional o agroecológico, está conformado por varios componentes; uno de ellos son los insectos, cuyo orden más diverso es el de Coleoptera, pues prácticamente habitan todos los ecosistemas. Por consiguiente, dada la alta diversidad de coleópteros, resulta provechoso comparar su presencia en los dos tipos de manejo agrícola, esto es, agricultura convencional y agroecología, para distinguir diferencias significativas entre ambos. Se realizó un estudio en diez fincas, cinco convencionales y cinco agroecológicas, en la provincia de Pichincha. En cada finca se implementaron dos tipos de trampas: pitfall y de barrido. Se muestreó en invierno y en verano para tener una población variada de insectos. Se separaron los insectos por órdenes y luego por familias. En el caso de Coleoptera, los especímenes se estandarizaron a través de morfotipos. Se encontraron 20 familias, 240 morfotipos, 5731 especímenes y 17 grupos funcionales diferentes. La diversidad alfa indicó que la finca más diversa fue una agroecológica. Sin embargo, los escalamientos multidimensionales y los dendrogramas indicaron que no existía ninguna diferencia significativa entre las fincas agroecológicas y las fincas convencionales. Al comparar los resultados obtenidos con la bibliografía se comprobó que es necesario finalizar el estudio con todos los órdenes de insectos recolectados para confirmar o desmentir este primer resultado. Asimismo, para los siguientes estudios se necesita una mejor estandarización de las fincas, de su manejo y de sus cultivos.

Palabras clave: agroecología, agricultura convencional, Coleoptera, grupos funcionales.

2. ABSTRACT

Even though agriculture developed just 10,000 years ago, it caused nomadic societies to settle. With this process, the domestication of flora and fauna became inevitable and, in turn, the expansion of the ecological niche of the human being began. However, with the arrival of the Green Revolution and the use of pesticides, conventional agriculture has proven to be unsustainable, so the need to find alternatives arises; and the best answer to this need has been agroecology. Agroecology is an applied technique that combines agriculture with ecology, ancestral knowledge, and environmental conservation; and it has solid scientific support that allows its progress to be evaluated. The agricultural system, whether conventional or agro-ecological, is made up of several components; one of them are insects, the most diverse order of which is Coleoptera, that inhabits practically all ecosystems. Therefore, given the high diversity of beetles, it is useful to compare its presence in the two types of agricultural management, that is, conventional agriculture and agroecology, to distinguish among them. For this reason, a study was carried out on ten farms, five conventional and five agro-ecological, in the province of Pichincha. Two types of traps were placed in each farm: pitfall and sweep. Samples were taken both in winter and summer to have a varied population of insects. The insects were separated by orders and then by families. In the case of Coleoptera, the specimens were standardized through morphotypes. 20 families, 240 morphotypes, 5,731 species and 17 different functional groups were found. The alpha diversity indicated that the most diverse farm was agroecological. However, the multidimensional scaling and dendrograms indicated that there was no significant difference between agroecological farms and conventional farms. When comparing the results obtained with the bibliography, it was found that it is necessary to complete the study with all the orders of insects collected to confirm or deny this first result. Likewise, for the following studies, a better standardization of the farms, their management and their crops is needed.

Keywords: agroecology, conventional agriculture, Coleoptera, functional groups.

3. INTRODUCCIÓN

El acoplamiento permanente entre la naturaleza y los seres humanos resultó en una congruencia entre la cultura y la naturaleza. Una de estas congruencias, que lleva sucediendo los últimos diez mil años, es la práctica del cultivo de la tierra, esto es, la agricultura. Así, si bien la agricultura es reciente en la historia evolutiva de los seres humanos, es parte indispensable de nuestra coevolución con la cultura (Giraldo, 2015).

En el periodo neolítico, la agricultura impulsó el desarrollo de las antiguas civilizaciones, que empezaron a incrementar sus riquezas (Leiva, 2014). Por otro lado, este desarrollo implicó una profunda modificación del ecosistema (Ángel, 1995), pero también las sociedades nómadas, gradualmente, empezaron a asentarse y habitar lugares cerca de los cultivos y los animales domésticos, e iniciaron las sociedades de agricultores (Diamond, 2006; Giraldo, 2013).

Gran variedad de fauna y flora fue domesticada, en el proceso de acoplamiento entre la cultura y el entorno. Asimismo, por consecuencia del proceso de domesticación de algunas plantas alimenticias como el trigo, la cebada, la quinua, el maíz, la papa o el arroz, la intervención humana es indefectible para su existencia (Giraldo, 2015). Este proceso, domesticó cinco mil cultivos, 1.9 millones de variedades de vegetales y 40 especies de ganado (ETC, 2009), acrecentando significativamente el rendimiento de estos cultivos básicos, disminuyendo la hambruna crónica (Gliessman, 2002).

Durante este proceso, por un lado, tenemos a las poblaciones originarias que habitaron una naturaleza transformada por la agricultura, que desarrollaron conocimientos y técnicas como: la utilización del arado pesado que permite que los cultivos lleguen a mayor profundidad, la rotación de cultivos para el aprovechamiento de suelos fértiles, la mejora del sistema de riegos y las terrazas para aprovechar el cultivo de laderas. Todos estos saberes enfocados en el cultivo de acuerdo con los lugares específicos para vivir (ETC, 2009; Leiva, 2014).

Sin embargo, en algunas culturas esto no ocurrió de forma exitosa (Geertz, 1991). La civilización de Babilonia no logró impedir la salinización de sus suelos; el Imperio Romano

no pudo evitar su erosión; los Mayas no pudieron controlar el agua de la Selva de Petén (Ángel, 1995).

Por otra parte, la agricultura ha tenido un impacto ambiental, por el aumento demográfico del ser humano. Se sabe que hay límites en los recursos naturales en la población con el fin de mantener el equilibrio biótico dentro de un ecosistema, pero la agricultura permitió que el ser humano transgreda estos límites y aumente su población a expensas de los recursos naturales finitos, acrecentando de manera desmesurada el nicho ecológico del ser humano (Ángel, 1995). En otras palabras, para delimitar el nicho de una especie se debe tomar en cuenta los factores bióticos y abióticos, las interacciones que existen entre los organismos, la disponibilidad y el uso de recursos, determinando la viabilidad de una especie (Colwell & Futuyma, 1971; Leibold, 1995; Pulliam, 2000).

En el Siglo XX, durante la segunda revolución industrial, la mundialización del capitalismo y su tecnología agroextractivista, adquiere todo su ímpetu, y se consolida (Varela, 2000). Además, con la invención de nuevas moléculas derivadas del petróleo, se implementó la revolución verde, con el fin de mejorar los niveles de producción y reducir el impacto de plagas y enfermedades (Pimentel, 1996).

A partir de esto, la instauración de una tecnología lineal, mediante monocultivos intensivos y altamente mecanizados, donde se separan las actividades agrícolas y pecuarias, se utilizan fertilizantes químicos para mejorar la calidad de los suelos y se aplican altas dosis de pesticidas (Bejarano, 2003), rompiendo e invadiendo, finalmente, la misma circularidad de los ecosistemas, impidiendo la integridad del sistema para continuar con su vida (Giraldo, 2015).

A pesar de la implementación de cientos de moléculas sintéticas para controlar las plagas agrícolas, cerca del 40% de la producción de alimentos del mundo se pierde, por culpa de plagas, patógenos y malas hierbas (Altieri y Nicholls, 2001; FAO, 2018).

Según Jiménez (2009), la mayoría de los insectos no son perjudiciales, es más, solo el 1% de todas las especies pueden dañar cultivos; estas especies causan entre el 5 y el 15% de pérdida de producción agrícola al año (Jiménez, 2019). Sin embargo, los agroquímicos fueron diseñados para ser de amplio espectro, poniendo en riesgo organismos que no son ningún

daño activo para los cultivos, afectando la estructura y funcionalidad de los ecosistemas (Beketov *et al.* 2009), es decir, los agroquímicos no matan solo a las plagas sino a también a depredadores, parasitoides, polinizadores, descomponedores y otros organismos de la cadena trófica, llegando incluso a poner en peligro la vida de los seres humanos (Gurr *et al.* 2004).

La tecnología del agronegocio no fue desarrollada para abastecer la sobrepoblación o creada en base para el servicio de las necesidades del ser humano, sino fue creada y recreada para la máxima acumulación de capital, a favor del incremento económico y a la productividad sin límites (Manifestación Agroecológica, 2014).

Por otra parte, el impacto ambiental de los agroquímicos y de la industria agroextractivista para el acrecentamiento del agrocapitalismo dependiente del petróleo y lineal en sus procesos, degrada la energía útil aprovechable, generando alta entropía en forma calórica, maximizando la degradación entrópica del planeta (Leff, 2004), representando las emisiones globales antropogénicas, consecuentes del cambio climático, siendo el agroextractivismo responsable del 15%, y el sistema agroalimentario en su conjunto de 50% (Grain, 2013).

Los recursos naturales de los que depende la agricultura, como el agua, el suelo y la diversidad genética, han sido abusados y degradados y existen señales manifiestas de esto, como: la erosión del suelo, la resistencia a pesticidas, la salinización del suelo, la contaminación de agua y múltiples problemas ambientales (Gliessman, 2002; Nicholls, 2008).

Este proceso ha llevado, entre otras cosas, a una pérdida de diversidad biológica (Bengtsson *et al.* 2005), a procesos de contaminación ambiental (MacLaughlin y Mineau, 1995; Pimentel, 1996) y, aunque suene contradictorio, a escases de comida (Altieri, 1999). Esto se debe a que el 85% de los alimentos a nivel mundial proviene de ocho fuentes: trigo, arroz, maíz, cebada, avena, sorgo, mijo y centeno; representando el 75% de la proteína vegetal y el 50% de energía consumida (Salazar *et al.* 2019). Estos factores, crean una dependencia e inseguridad alimentaria, dejando aproximadamente 900 millones de personas en situación de hambruna (Salazar *et al.* 2010). En otras palabras, la agricultura convencional es insostenible (Gliessman, 2002).

Sin embargo, el desarrollo y difusión de nuevas tecnologías determinarían el futuro de la agricultura (FAO, 2018) a través de la implementación de una estrategia alternativa sustentada en el uso de principios ecológicos, para el aprovechamiento de la biodiversidad en la agricultura (Nicholls, 2008).

Según Capra (1998), la vida, al ser un círculo cerrado y auto-organizado, el comportamiento y el orden no pueden ser impuestos desde el exterior de este círculo, sino que son establecidos por su propio sistema. De esta manera, si comprendemos que la vida es cíclica, las técnicas deben adecuarse a los ciclos auto-organizados de los ecosistemas, es decir, la naturaleza al ser cíclica, las técnicas implementadas no pueden ser lineales (Capra, 1998).

Las técnicas agroecológicas son un proceso no-lineal, y la posibilidad de que se mantengan, depende del acoplamiento a los ciclos de los ecosistemas. Por lo tanto, las bases que sostienen a la agroecología consisten en que toda acción está permitida, mientras no se interrumpa la circularidad intrínseca de la naturaleza, para que la misma conserve su anatomía (Varela, 1997).

De esta manera, algunas civilizaciones que todavía perduran hasta la actualidad implementaron técnicas que respetaran los ecosistemas cíclicos, como: las milpas mayas en México, los lacandones tienen policultivos de 51 especies de plantas, 30 especies de vegetales en comunidades ch'oles y tzeltales, 23 entre los tsotsiles, y 38 en los mayas de Yucatán (Mariaca, 2010).

Además, existen registros de civilizaciones que documentan como combatían las plagas, como: en la época de Homero (1000 A.C), quemaban el azufre y lo utilizaban como fumigante; en el Siglo III en China, utilizaban controladores biológicos para mitigar las plagas, pero esta técnica no fue conocida hasta el Siglo XV que se utilizó a un Coccinellidae como un controlador biológico; además, el barro, las plantas tóxicas, el polvo y el fuego también eran utilizadas como herramientas contra las plagas (Nicholls, 2008; Ascusiati, 2011).

Por lo mismo, la producción agroecológica ha crecido en el mundo como respuesta a la declinación en la calidad del medio ambiente asociada con la agricultura (Altieri, 2000, 2001;

FAO, 2018; León, 2014). Aproximadamente en 172 países se practica la agroecología, cubriendo 43.7 millones de hectáreas de tierra; la agricultura orgánica ayuda con la conservación de la biodiversidad de insectos y organismos edáficos, manteniendo el equilibrio en el ecosistema (Bengtsson *et al.* 2005; FAO, 2016).

En la actualidad, una de las zonas del mundo con mayor concentración de agrobiodiversidad se encuentra en la Cordillera de los Andes. Incluye Venezuela, Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia y Chile, con sistemas de producción de agrarias de alta montaña y valles intermontanos; donde coexisten los sistemas forestales, los ganaderos y los sistemas agrícolas (PNUMA, 2002).

La agricultura de los Andes se realiza en función de la diversidad climática y ecológica, del conocimiento, tecnologías y mano de obra disponible (Arnés y Astier, 2018). Aproximadamente de ocho a diez millones de pequeños agricultores habitan esta zona, cultivando, la gran mayoría, abundante cantidad de especies y variedades de maíz, papa, quinua, ulluco, oca, cebada, y trigo. Asimismo, la economía de los pequeños agricultores que tienen practicas agroecológicas no está íntimamente con los mercados, ya que su producción se destina al consumo local (Zimmerer, 2003).

Desde hace algunos años, la investigación en producción orgánica y biológica ha crecido considerablemente. En Latinoamérica, la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA) ha venido desarrollando mejoras en la consolidación de la agroecología, como fundamento de un movimiento social que permite un desarrollo más justo para los pueblos, y que al mismo tiempo tiene un respaldo científico sólido que permite evaluar su avance (SOCLA, 2018).

En el caso de Ecuador, la agroecología ha sido de interés por parte de organizaciones no gubernamentales desde los años 80, sin embargo, hasta ahora no se ha podido lograr una estrecha relación con la academia para su avance y desarrollo dentro del país (Intriago y Gortaire, 2016). Pese al esfuerzo de varias entidades no gubernamentales y personas naturales, la implementación de la agroecología aún es incierta; no obstante, al presente, la conciencia ambiental está calando en un sector del mercado y en segmentos de consumidores, que buscan productos saludables y con características de comercio justo (Agrocalidad, 2018).

Si bien existe una alta demanda de productos orgánicos, que se promocionan en ferias agroecológicas en las grandes ciudades del país y también en las poblaciones más pequeñas (El Comercio, 2016), no se tiene claridad y seguridad que el producto sea verdaderamente orgánico o agroecológico. Por esta misma razón, tanto el consumidor, como el productor necesitan de certificaciones confiables que permitan el desarrollo y el consumo consciente de alimentos orgánicos o agroecológicos (CIAT, 2002; Gurr *et al.* 2003; Corpoica, 2007; Altieri *et al.* 2011).

Para obtener estas certificaciones, es importante que las metodologías sean sencillas de aplicar, que puedan evaluar de manera rápida el estado de algunos cultivos y que puedan ser implementadas por agricultores y extensionistas (Vargas-Batis *et al.* 2007).

Adicionalmente, estas metodologías deben sustentarse con índices que estiman la diversidad que existe en una comunidad de acuerdo con el número de especies, el número de individuos de cada especie, y su distribución en un predio agrícola, permitiéndonos evaluar la composición en una comunidad (Moreno, 2011; Minga, 2016).

A escala internacional, los métodos clásicos para medir la cantidad y la diversidad de especies, elaborados para ecosistemas naturales (Braun-Blanquet, 1964; Odum, 1986) pueden ser aplicados en poblaciones de insectos, ya que estas poblaciones, consiguen explicar problemas relacionados con la diversidad, la riqueza, la dominancia y la similitud entre las especies (Toledo, 2008).

Los insectos, han sido utilizados como un grupo indicador biológico debido a que: i) son ampliamente estudiados, ii) son sensibles frente a perturbaciones y contaminaciones ambientales, iii) se han descrito alrededor de un millón de especies iv) su metodología de muestreo es sencilla, v) son especies cosmopolitas vi) tienen una alta tasa de dispersión anual (Merritt *et al.* 2008; Ferrer-París, 2014). Además, para la evaluación de varios ecosistemas, se ha tenido en cuenta los grupos funcionales alimentarios de los mismos (GFA), pues, las relaciones tróficas son importantes en las estructuras de las comunidades y en los procesos de circulación de nutrientes dentro del ecosistema (Cummins, 1973; Cummins y Klug 1979; Yule, 1996; Cummins *et al.* 2005; Tomanova & Tedesco, 2007; Hickman *et al.* 2008; Toro *et al.* 2009; Chará-Serna *et al.* 2010; Villada-Bedoya, 2017).

En la presente investigación, se tomó en cuenta a los insectos y la zona de vida similar en la provincia de Pichincha, dentro del callejón interandino que están delimitadas por patrones climáticos, permitiendo el desarrollo de vidas similares (Ewel *et al.* 1968); por una topografía irregular con pendientes en las estribaciones de la Cordillera de los Andes, el valle del callejón interandino tiene valles secos y húmedos (Valencia *et al.* 1999; Balslev & Øllgaard, 2002).

Se recolectaron alrededor de 500 000 especímenes de insectos de los diferentes órdenes, siendo imposible abordar todo en un solo estudio. Por lo tanto, se decidió trabajar con uno de los grupos más abundantes de insectos, el orden Coleoptera, con más de 392 400 especies descritas; prácticamente todos los ambientes son habitados por coleópteros (Bar, 2010; Zhang, 2013).

Los coleóptera son considerados importantes para la indicación ecológica que dependen de factores complejos, como la estructura de la vegetación. Por consiguiente, el monitoreo de su riqueza y abundancia genera y provee información útil acerca del estado de las comunidades y ecosistemas que habitan (Alexander, 2014). Al mismo tiempo, por su gran diversidad en grupos funcionales (Nicholls, 2008), servirá para la comparación de las fincas de producción agrícola de acuerdo con la riqueza, abundancia, calidad y grupos funcionales que presenten en sus cultivos.

3.1 OBJETIVOS

3.1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar si el manejo, agroecológico y convencional, de predios agrícolas en la provincia de Pichincha influyen en la diversidad de grupos funcionales y en la composición entomológica del orden Coleoptera.

3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.1.2.1 Determinar los métodos de manejo de los predios dentro del estudio.
- 3.1.2.2 Recolectar los especímenes del orden Coleoptera para el estudio.
- 3.1.2.3 Caracterizar los morfotipos de los especímenes recolectados.

- 3.1.2.4 Determinar la diversidad funcional y abundancias de los manejos de las trampas.
- 3.1.2.5 Analizar riqueza de especies de los manejos por método de trampa.
- 3.1.2.6 Relacionar la abundancia con las diferentes fechas de muestreo de las fincas por método de trampa.
- 3.1.2.7 Analizar la similitud de los grupos funcionales y de la abundancia del orden Coleoptera de los diferentes predios estudiados por método de trampa.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

Para determinar las fincas de estudio, se tuvo reuniones con las asociaciones de productores agroecológicos y productores convencionales, identificando características similares entre los predios, como:

1. Tipo de cultivo.
2. Uso o no de productos químicos.
3. Diseño agronómico.
4. Zona de vida similar.

Posteriormente a estas reuniones, se escogieron diez fincas para el estudio. Las fincas se encontraban en diferentes localidades de la provincia de Pichincha: Cayambe, Palugo, Machachi y Puenbo. Cada finca se identifica por códigos correspondientes a los nombres del lugar o dueños de los predios: FG, TD, HV, LT, MT, DP, AT1, AT2, RC Y BP. Cabe recalcar que, por fines de confidencialidad con los agricultores se utilizó solo códigos para identificar cada finca.

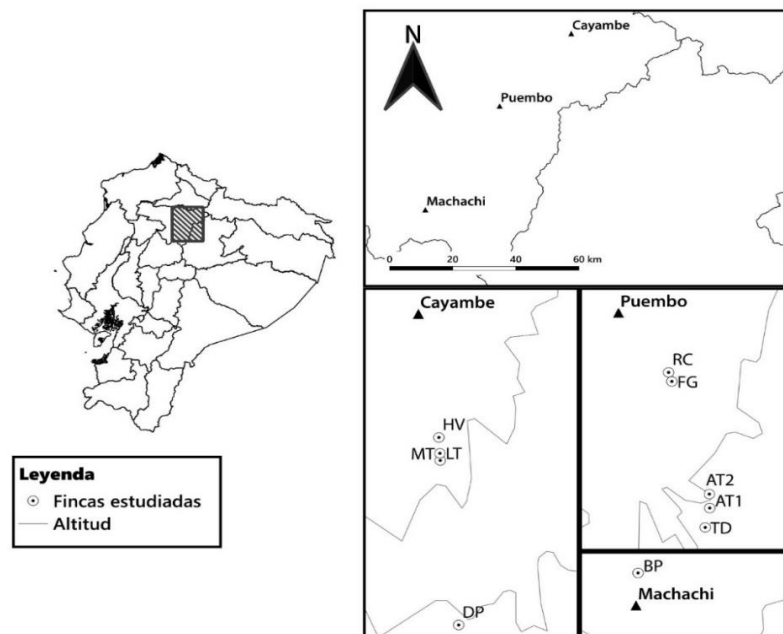


Figura 1. Mapa de Ecuador, ubicando las diez fincas estudiadas dentro de la provincia de Pichincha.

En la localidad de Cayambe, se encontraban cuatro fincas: DP era la finca más lejana, de manejo mixto y con cultivo horizontal, HV, LT y MT eran fincas contiguas, de manejo agroecológico y con cultivos horizontales. En la localidad de Puembo, se encontraban dos fincas: RC era de manejo convencional, con cultivo horizontal y era contigua a la finca FG que era de manejo agroecológico y con cultivo horizontal. En la localidad de Palugo, se encontraban tres fincas: TD era la finca más lejana, de manejo agroecológico y con cultivo horizontal, AT2 era de manejo convencional, con cultivo horizontal y estaba cerca de la finca AT1 que era de manejo convencional y con cultivo mixto (vertical y horizontal). En la localidad de Machachi, se encontraba una finca: BP era de manejo convencional y con cultivo horizontal (ver Tabla 1).

Tabla 1. Fincas ubicadas en cada localidad, dependiendo del manejo y tipo de cultivo; V (cultivo vertical), H (cultivo horizontal), verde (manejo agroecológico), rojo (manejo convencional), amarillo (manejo mixto).

Cayambe						Puembo						Palugo						Machachi					
C		M		A		C		M		A		C		M		A		C		M		A	
V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H	V	H
			DP		HV		RC				FG	AT1	AT1				TD		BP				
					LT								AT2										
					MT																		

4.2 ENCUESTAS

Se realizaron encuestas a los agricultores enfocadas a determinar los diferentes tipos de manejo, agroecológico (Anexo 1), y convencional (Anexo 2). Además, el encuestador llenó una encuesta basándose en la observación directa (Anexo 3) de los predios trabajados, para constatar con la información brindada de los agricultores.

4.3 FASE DE CAMPO

Durante dos meses y medio se hicieron cuatro muestreos para cada finca. Cada 15 días se recolectaron las muestras de las diez fincas; de las cuales cinco eran de manejo agroecológico, una era de manejo mixto, es decir, una parte era de manejo orgánico y la otra

parte con manejo convencional y cuatro de manejo convencional totalmente, en otras palabras, hacían uso del pesticida en todo el predio (ver Tabla 1).

Se implementaron trampeos entomológicos en cada una de las fincas, en los cultivos, con dos técnicas previamente probadas:

- 1) Trampas de barrido con red entomológica en cultivos y plantas asociadas para insectos aéreos.
- 2) Trampas pitfall o de caída para insectos del suelo.

Además, se tenía dos tipos de cultivo:

- 1) Cultivo horizontal.
- 2) Cultivo vertical.

Los trampeos empezaron a finales del mes de mayo del año 2019, en temporada lluviosa, y finalizó a mediados del mes de agosto del año 2019, en temporada seca. Esto, permitió contrastar las dos épocas climáticas de la sierra andina: lluviosa y seca.

Trampa de barrido: En cada una de las fincas se realizaron seis transectos que recorrieron los cultivos principalmente de hortalizas y plantas aledañas, con un total de 24 trampeos por finca, es decir, entre las diez fincas se desplegaron 240 trampas al final los dos meses y medio de estudio. Las recolecciones se realizaron cada 15 días, y se estandarizó a cien brazadas por barrido. Los insectos recolectados se preservaron en etanol al 75% y fueron procesados en el Laboratorio de Entomología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Anexo 4a).

Trampa pitfall: En cada una de las fincas se colocaron seis trampas pitfall dentro de las zonas de cultivo y plantas aledañas, con un total de 24 trampeos por finca, resultando 240 trampas entre las diez fincas al final de los dos meses y medio de estudio. Las recolecciones se realizaron cada 15 días, y se utilizaron vasos de 12 onzas, que contenían vinagre como preservante, además, para la protección de las trampas se utilizaron platos desechables con un soporte de estacas de madera para evitar daños provocados por las lluvias (Cañas y Chamorro, 2017) estandarizando así el muestreo. Los insectos recolectados, fueron lavados

en agua y posteriormente preservados en etanol al 75% en el Laboratorio de Entomología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Anexo 4b).

En el trabajo de Gobbi (2018), sugieren que el número indicado de trampas pitfall sean seis, para tener un número real de la riqueza de especies y que la curva de estimación de especies se estabilice (Gobbi *et al.* 2007; Tampucci *et al.* 2015; Gobbi *et al.* 2018).

4.4 FASE DE LABORATORIO

La limpieza de las muestras se hizo inmediatamente después a las recolectas, al día siguiente de las salidas de campo se procesaban, limpiaban, etiquetaban y conservaban las muestras en etanol al 75 %. La limpieza de todas las muestras tomó un periodo de dos meses (Anexo 4c).

Se procedió a la limpieza de las 480 muestras de campo y se las clasificó en frascos pastilleros de plástico, con una capacidad de 120 ml, cada una. Cada frasco contenía etanol al 75 % y fue etiquetado de acuerdo con el código de la finca, el tipo de muestreo y la fecha de cada colecta.

Posteriormente a la limpieza, se empezó la clasificación de todos los órdenes que se encontraban en las muestras. El reconocimiento de cada orden se basó en la información bibliográfica, además de la experiencia de los investigadores del laboratorio de entomología. Después del reconocimiento de cada orden, se los separó en tubos de ensayo de laboratorio de polipropileno, con una capacidad de 50 ml, cada una. Cada tubo contenía etanol al 75 % y fue etiquetado de acuerdo con el orden, tipo de muestreo, código de la finca y fecha de cada colecta.

Se determinó que el orden Coleoptera sea la base de esta disertación para la comparación de las diferentes fincas, debido a su abundancia y diversidad de grupos funcionales (Nicholls, 2008). Se empezó a clasificar todos los individuos del orden Coleoptera de cada finca del primer muestreo para poder estandarizar cada morfotipo. Se identificaron todas las familias que se encontraban en el total de las muestras, con base en claves taxonómicas y se estableció un morfotipo como taxón específico. La estandarización de los morfotipos tomó

aproximadamente un mes. Seguido a la estandarización, se morfotipearon todos los individuos del orden Coleoptera de los tres muestreos restantes.

4.5 ESTADÍSTICA

Una vez digitalizados los datos, se crearon cuatro diferentes matrices:

- a) Abundancia total
- b) Transformación $\log_{10}(x + 1)$
- c) Agrupaciones ausencia – presencia
- d) Grupos funcionales

Abundancia total. Se creó una matriz con las abundancias reales usando los morfotipos y las especies de cada uno para cada finca, para poder comparar la abundancia de cada finca, con respecto a cada muestreo y, además, observar la diferencia de abundancias con respecto a las distintas épocas del muestreo.

Transformación logarítmica. Se transformaron los datos de abundancia en una tabla de $\log_{10}(x + 1)$ para obtener una estandarización de trampas por sitio por muestreo, es decir, que al momento de transformar los datos a un logaritmo a base diez se mitiga la pérdida de trampas y se estandariza el muestreo, además de que les quita peso a las especies raras (Michie, 1982; Crespo-Pérez *et al.* 2019).

Agrupaciones ausencia – presencia. Con base en las anteriores matrices, se creó una matriz donde estipuló netamente la presencia de los morfotipos mediante una clasificación siendo 0 ausencia y 1 presencia.

Grupos funcionales alimentarios. Esta matriz se basó en los grupos funcionales de cada familia hallada en las muestras. La matriz tiene un formato de fuzzy code, categorizando los grupos funcionales entre cero y tres, donde cero representó que no pertenece a ese grupo funcional, y tres representó el grupo funcional predominante de ese morfotipo. Las clasificaciones uno y dos representaron que el morfotipo tienen otras alternativas alimenticias (Crespo-Pérez *et al.* 2019).

Estas matrices fueron la base para realizar los análisis de diversidad de los diferentes agrosistemas. Asimismo, el procedimiento se repitió tres veces para corregir cualquier error posible; siendo para los datos obtenidos por las trampas de barrido, y para los datos obtenidos por la trampa pitfall.

Los análisis de diversidad que se utilizaron fueron los siguientes, calculados mediante el programa estadístico PAST:

- a. **Índice de riqueza de Margalef:** Este índice permite evaluar la riqueza específica o diversidad alfa. Se evalúa a partir de un conteo de todas las especies presentes en las fincas estudiadas (Salazar *et al.* 2019). Este índice se utiliza para relacionar s y n en un solo valor, oscilando entre cero e infinito, donde cero es baja riqueza (Ramírez, 2005).
- b. **Índice de Simpson:** Este índice también es conocido como índice de dominancia y permite evaluar que especie se encuentra en mayor proporción en las fincas estudiadas (Salazar *et al.* 2019). Este índice oscila entre cero y uno, donde cero es bajo predominio, lo que sugiere una uniformidad alta entre las abundancias de las especies de la muestra, y uno determina un alto predominio por una o varias especies dentro del total (Pulido, 2007; Griffon, 2008). Los índices basados en dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equitatividad de la comunidad (Landen, 1996).
- c. **Índice de Shannon:** Este índice mide la abundancia proporcional estructural, es decir, mide la uniformidad o equidad a través de las especies. Se espera que todas las especies estén presentes en la evaluación (Moreno, 2001; Magurran, 2004; Villarreal *et al.* 2004). Oscila entre cero hasta infinito, donde cero representa una sola muestra e infinito es cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos (Salazar *et al.* 2019).

Adicionalmente, se hizo una relación entre la abundancia de cada finca y las diferentes épocas del muestreo.

Se elaboraron varias gráficas que expresan cualitativamente el grado de semejanza entre dos o más conjuntos multivariados (MDS), mostrando la cercanía entre las entidades a comparar (Pulido, 2007), utilizando el programa PAST. Se graficó la similitud entre los grupos funcionales encontrados en cada trampa, tipo de manejo, y por último en cada finca; se utilizó las matrices de transformación logarítmica y de ausencia – presencia para graficar los MDS.

Se analizaron diferentes pruebas estadísticas para corroborar los MDS:

SIMPER: Calcula el promedio de los rasgos característicos del grupo de muestra (Mumby, 2001).

Dendrograma: Una representación gráfica en forma de árbol de asociaciones y estructuras de disimilitud/similitud entre miembros de diferentes grupos (Vicente, 2007).

ANOSIM: Detecta las diferencias en las comunidades dentro de un grupo. Se calcula el *valor p*: basado en las permutaciones aleatorias y el *valor r*: basado en rangos de disimilitudes; *r* oscila entre cero hasta uno, donde cero representa que no hay diferencia entre grupos y uno es cuando los grupos difieren entre si (Zubcoff, 2012).

5. RESULTADOS

5.1 ENCUESTAS

Se realizaron dos encuestas; la primera encuesta se utilizó para determinar el manejo de las fincas agroecológicas (Tabla 2), y la segunda encuesta se utilizó para determinar el manejo de las fincas convencionales (Tabla 3).

Fincas Agroecológicas

Tabla 2. Resultados de la encuesta a los dueños de las fincas agroecológicas.

FINCAS	Prácticas agroecológicas	Agua de riego	Abono	Cultivos del predio	Animales en el predio	Tamaño del predio	Rotación de cultivos	Ingreso económico	¿Se ve afectado por el uso de agroquímicos de las fincas cercanas?
FG	38 años	Sí, canal de riego.	Composta/ abono fresco/ bocachi.	Hortalizas/ frejol/ alverja/ tubérculos.	Gallinas/ vacas.	4 hectáreas.	Sí. Año y medio vuelve el cultivo al mismo sitio.	10 mil dólares semanales.	No afecta los agroquímicos de las otras fincas.
TD	15 años	Sí, agua de paramo.	Composta/ abonos líquidos.	Hortalizas/ avena/ mostaza/ cebada/ hierbas.	Vacas/ caballos/ alpacas/ cerdos.	30 ha trabajada/ 80 ha total.	Sí. Dos años regresa el cultivo al mismo sitio.	3 mil dólares semanales.	Si afecta los agroquímicos de las otras fincas.
HV	22 años	Sí, agua de acequia	Composta/ bioles.	Hortalizas/ tubérculos/ cereales.	Obejas/ chanchos/ gallinas/ cuyes.	6200 metros cuadrados.	Sí. Año y medio vuelve el cultivo al mismo sitio.	250 dólares semanales.	Si afecta los agroquímicos de las otras fincas.
LT	15 años	Sí, agua de acequia	Composta.	Hortalizas/ maíz/ zapallo/ tubérculos.	No.	1 hectáreas.	Sí. Año y medio vuelve el cultivo al mismo sitio.	100 dólares semanales.	Si afecta los agroquímicos de las otras fincas.
MT	10 años	Sí, se llena el reservorio.	Composta/ gallinaza.	Hortalizas/ maíz/ alverja/ haba/ frejol.	Cuyes/ gallinas.	2000 mil metros.	Sí. 6 meses vuelve el cultivo al mismo sitio.	\$40 - \$50 dólares mensuales.	Si afecta los agroquímicos de las otras fincas.

Fincas convencionales

Tabla 3. Resultado de la encuesta a los dueños de las fincas agroecológicas.

FINCAS	Agua de riego	Abono	Cultivos del predio	Animales en el predio	Tamaño del predio	Tipo de agroquímicos	Ingreso económico	Cuántas veces utiliza agroquímicos	Gasto en agroquímicos
DP	Sí. El canal Cayambe.	Nitrógeno/ gallinaza/ fósforo.	Frutilla/zanahoria/ alverja/maíz	No.	4.5 hectáreas.	Sello verde.	1.800 dólares semanales.	1 vez por cada cultivo.	No sabe.
AT1	Sí. Agua de paramo.	Húmus.	Frutilla/ mora/ alfalfa.	Vaca	6000 mil metros.	Sello verde/ sello amarillo	No sabe.	Cada 3 meses. 3 veces invierno. 5 verano	Abono \$50 Tarro \$100
AT2	Sí. Agua de paramo.	Húmus.	Frutilla	No.	1000 mil metros.	Sello verde.	No sabe.	Cada 3 meses. 3 veces invierno. 5 verano	Abono \$50 Tarro \$100
RC	Sí. Agua del pisque.	Gallinaza	Zanahoria/ lechuga/ zuquini.	No.	2 hectáreas.	Sello amarillo.	600 dólares semanales.	Cada 15 días.	Tarro \$80
BP	No. Agua Lluvia.	Gallinaza.	Brócoli/ lechuga/ col morada/ perejil/ culantro.	No.	1800 metros.	Sello rojo.	300 dólares semanales.	Cada 15 días. 3 veces invierno. 5 verano.	Abono \$400 Tarro \$100

5.2 CARACTERIZACIÓN GENERAL

Se encontraron alrededor de 500 000 insectos de los siguientes órdenes: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Orthoptera, Thysanoptera, Collembola, Neuroptera, Odonata y otros representantes del filum artrópoda (Johnson & Borror, 2005). En esta disertación se decidió hacer la comparación a partir del orden Coleoptera.

En este orden, se encontraron en total 20 familias, 240 morfotipos y 5731 individuos. Sin embargo, por el estado de algunas larvas, fue difícil determinar a qué familia pertenecían y se las retiró del estudio; dejándonos un total de 223 morfotipos diferentes, y 5493 individuos para realizar el estudio (Tabla 4).

Tabla 4. Familias del orden Coleoptera con sus morfotipos y números de individuos encontrados.

<i>Familias</i>	<i>Morfotipos</i>	<i>Individuos</i>
Bruchidae	3	7
Carabidae	10	372
Cerambycidae	2	5
Chrysomelidae	14	944
Clambidae	3	13
Coccinellidae	14	64
Cucujidae	3	7
Curculionidae	29	688
Elateridae	2	8
Histeridae	8	117
Lampyridae	1	5
Lathridiidae	13	159
Melyridae	5	528

Mordellidae	4	23
Nitidulidae	9	219
Ptillidae	2	58
Ptilodactylidae	2	582
Scarabeidae	9	118
Staphylinidae	89	1565
Tenebrionidae	1	11
<i>Total</i>	<i>223</i>	<i>5493</i>

Además de la caracterización de los morfotipos, se reconoció el grupo funcional de cada familia (Tabla 5). Se identificaron 17 grupos funcionales para las 20 familias. No obstante, algunas familias tenían más de un grupo funcional.

Tabla 5. Grupos funcionales de cada familia encontrada en el estudio.

FAMILIAS	GRUPO FUNCIONAL
Bruchidae	Fitófago especialista/ polinizador ocasional
Carabidae	Depredador generalista
Cerambycidae	Xilófago
Chrysomelidae	Fitófago generalista
Clambidae	Micófago generalista
Coccinellidae	Depredador generalista
Cucujidae	Fitófago generalista
Elateridae	Fitófago generalista
Histeridae	Depredador especialista
Lampyridae	Depredador generalista/ polinizador generalista
Lathridiidae	Micófago especialista
Melyridae	Polinizador generalista

Mordellidae	Polinizador generalista/ minador/ depredador generalista/ degradador
Nitidulidae	Micófago generalista/ saprófago/ polinizador ocasional/ parásito
Ptilidae	Micófago generalista
Ptilodactylidae	Descomponedor
Scarabaeidae	Coprófago/ descomponedor/ fitófago especialista
Staphylinidae	Depredador generalista/ depredador especialista/ saprófago/ fitófago generalista/ micófago generalista/ necrófago/ parásito
Tenebrionidae	Saprófago/ detritívoro/ necrófago

(Navarrete-Heredia *et al.* 2002; BugGuide, 2003; Ferro *et al.* 2013).

Una vez identificados los grupos funcionales por trampa, se realizó un escalamiento multidimensional (MDS), para observar la similitud entre las dos trampas: barrido y pitfall (Figura 2). Al observar la gráfica, no existió ninguna diferencia significativa compartiendo en su totalidad los grupos funcionales. Para corroborar estos resultados, se analizó los datos con la prueba ANOSIM y se obtuvo el *valor p*: 0.03 y el *valor r*: 0.01, comprobando que no hay ninguna disimilitud en las trampas. Además, se analizó los datos en SIMPER, se encontró que el grupo funcional más abundante entre la trampa barrido y pitfall fue depredador generalista.

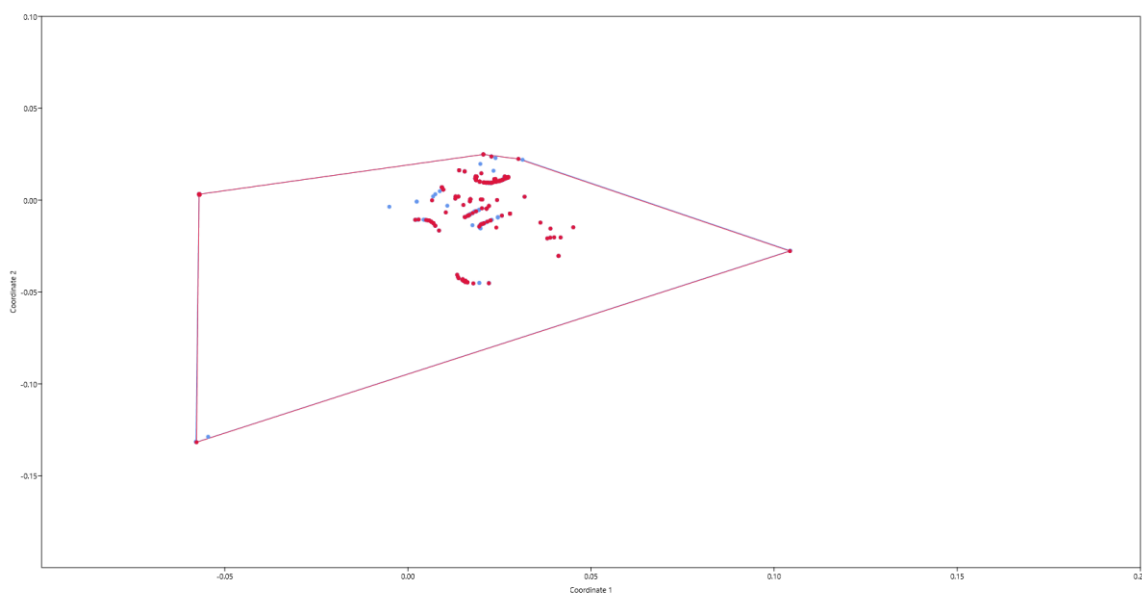


Figura 2. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre los grupos funcionales de las dos trampas utilizadas; rojo (pitfall), azul (barrido).

Se realizó otro MDS para ver la similitud entre los trampeos, basados en sus abundancias (Figura 3). Asimismo, al observar la gráfica no existieron diferencias significativas en las abundancias. Se analizaron los datos con la prueba ANOSIM y se obtuvo el *valor p*: 0.0001 y el *valor r*: 0.22 comprobando que no existe ninguna diferencia significativa. Después de analizar los datos con SIMPER, se encontró que el morfotipo más abundante entre la trampa barrido y pitfall fue Melyridae 1.

Por otro lado, en la trampa barrido se obtuvieron 2206 individuos, de los cuáles el morfotipo de Bruchidae no comparte con la trampa pitfall; en la trampa pitfall se obtuvieron 3287 individuos, de los cuales los morfotipos de Carabidae, Elateridae, Ptilodactylidae y Scarabaeidae fueron reportados en las trampas pitfall.

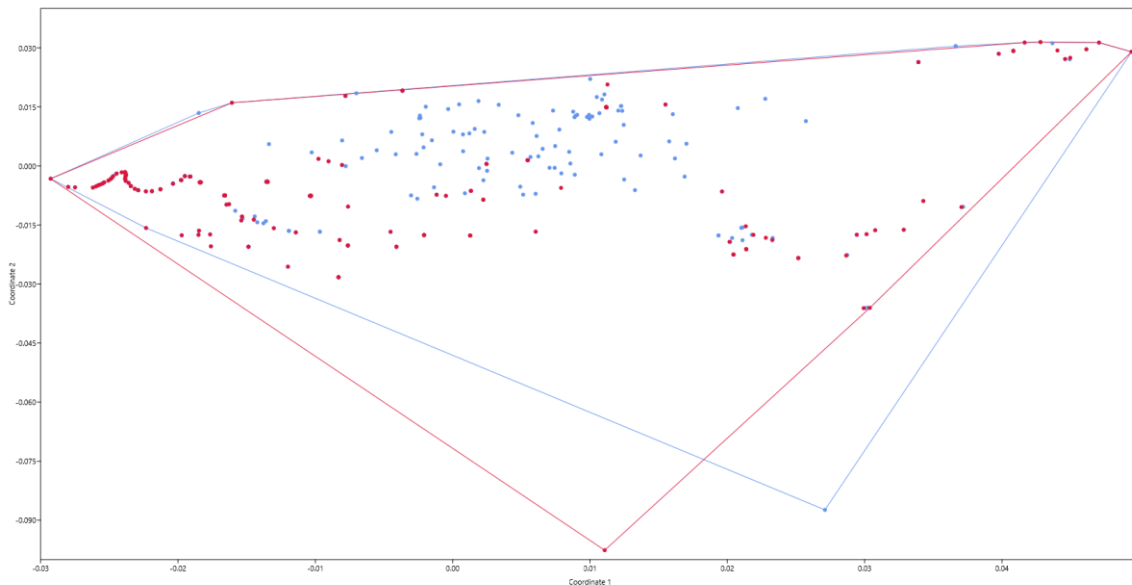


Figura 3. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre las abundancias de las dos trampas utilizadas; rojo (pitfall), azul (barrido).

5.3 TRAMPA BARRIDO

5.3.1 DIVERSIDAD ALFA

Se obtuvo la diversidad alfa de todas las fincas a través del programa PAST (Tabla 6): taxa representa el número de morfotipos encontrados en cada finca, e individuos el número de individuos totales en las cuatro recolectas. El índice de Margalef mostró que la finca con más riqueza específica es TD con 10.52; esta finca perteneció al grupo de manejo agroecológico. Sin embargo, la segunda finca con más riqueza específica es RC con 9.271 siendo esta de manejo convencional. El índice de Simpson nos mostró que la finca con mayor uniformidad entre especies nuevamente es TD con 0.068. Por otro lado, la finca con menor uniformidad entre especies dentro de la muestra fue HV con 0.478. Esta finca tuvo un manejo agroecológico. Por último, el índice de Shannon nos mostró la finca con mayor equidad y abundancia proporcional estructural, siendo esta TD con 3.183. Al contrario que DP indicó la menor abundancia proporcional estructural y equidad con 1.61. Esta finca tuvo un manejo mixto.

Tabla 6. Índices de diversidad alfa basado en las abundancias de cada finca.

DIVERSIDAD ALFA	FG	TD	HV	LT	MT	DP	AT1	AT2	RC	BP
Taxa_S	30	68	33	31	27	33	19	24	58	9
Individuos	131	585	170	264	172	256	77	70	468	13
Índice Margalef	5.948	10.52	6.231	5.38	5.051	5.771	4.144	5.414	9.271	3.119
Dominancia_D	0.202	0.068	0.478	0.218	0.225	0.477	0.174	0.101	0.114	0.159
Shannon_H	2.348	3.183	1.64	2.086	2.227	1.616	2.316	2.713	2.958	2.032

5.3.2 DIFERENCIAS DE ABUNDANCIAS ENTRE LAS DISTINTAS FECHAS DE MUESTREO

Se realizó una relación entre la abundancia y las diferentes épocas del muestreo para observar la diferencia de las abundancias (Figura 4). En la gráfica se pudo observar que las fincas sí disminuyeron su abundancia de los coleópteros. En la primera recolecta tienen mayor número de individuos, y va disminuyendo gradualmente hasta la cuarta recolecta.

Representando las dos primeras recolectas la época lluviosa, y las otras dos recolectas, la época seca.

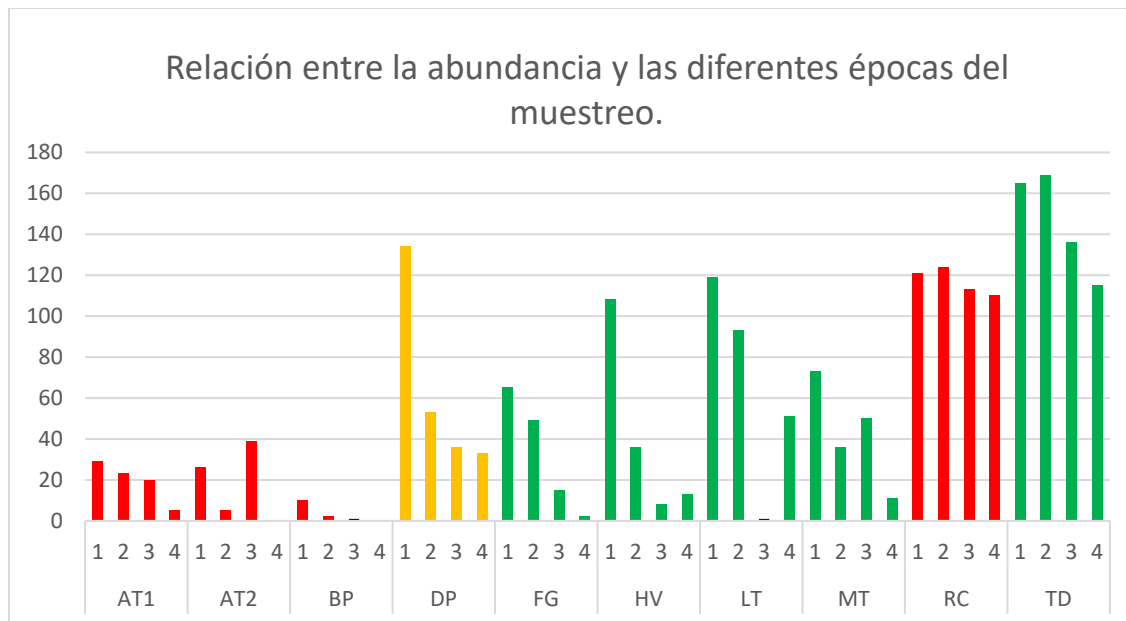


Figura 4. Relación entre la abundancia y las diferentes épocas del muestreo. Figurando los cuatro muestreos realizados en el estudio; agroecológico (verde), convencional (rojo), mixto (amarillo).

5.2.3 CARACTERIZACIÓN DE MORFOTIPOS

También se caracterizaron los diez morfotipos más abundantes con sus grupos funcionales (Tabla 7) (Figura 5) en total de los cuatro muestreos.

Tabla 7. Individuos totales de los diez primeros morfotipos más abundantes con sus grupos funcionales.

MORFOTIPO	GRUPO FUNCIONAL	INDIVIDUOS
Melyridae 1	Polinizador generalista	456
Curculionidae 4	Fitófago generalista	279
Chrysomelidae 1	Fitófago generalista	176

Chrysomelidae 5	Fitófago generalista	157
Chrysomelidae 8	Fitófago generalista	131
Chrysomelidae 2	Fitófago generalista	102
Chrysomelidae 14	Fitófago generalista	60
Staphylinidae 18	Fitófago/Saprófago	47
Chrysomelidae 10	Fitófago generalista	36
Staphylinidae 48	Depredador generalista	35

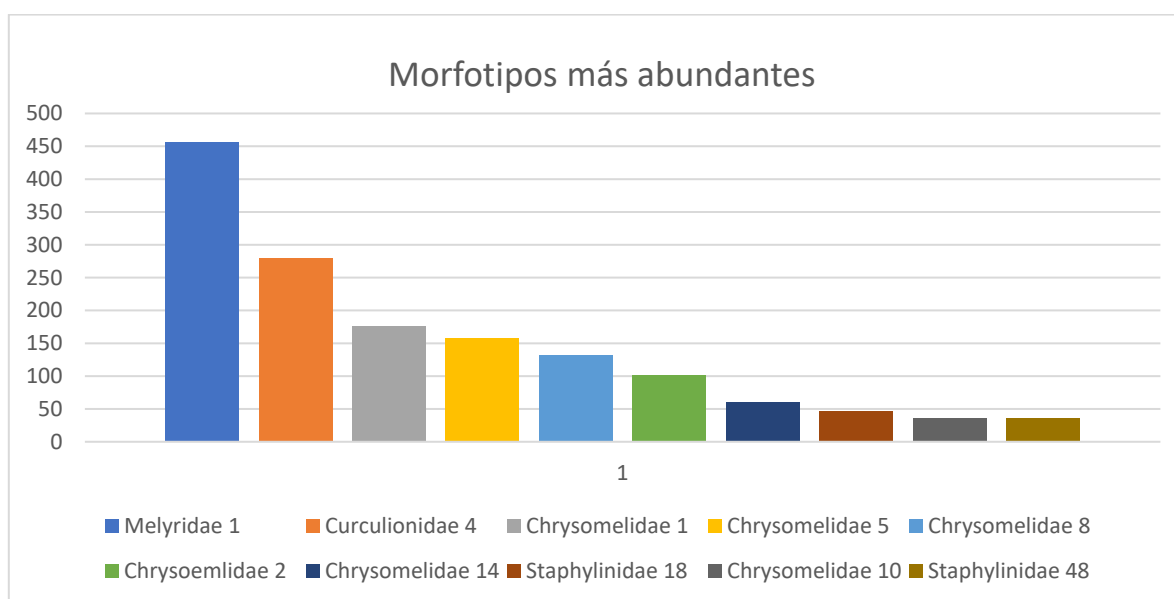


Figura 5. Gráfica de los diez morfotipos más abundantes en total del muestreo.

5.3.4 COMPARACIÓN DE GRUPOS FUNCIONALES ENTRE MANEJOS

Se graficó el porcentaje que ocupaba cada grupo funcional (Figura 6) en total del muestro para la trampa barrido. Adicionalmente, se hicieron dos gráficas para observar el porcentaje de cada grupo funcional por cada manejo dentro de la trampa barrido (Figura 7 y 8)

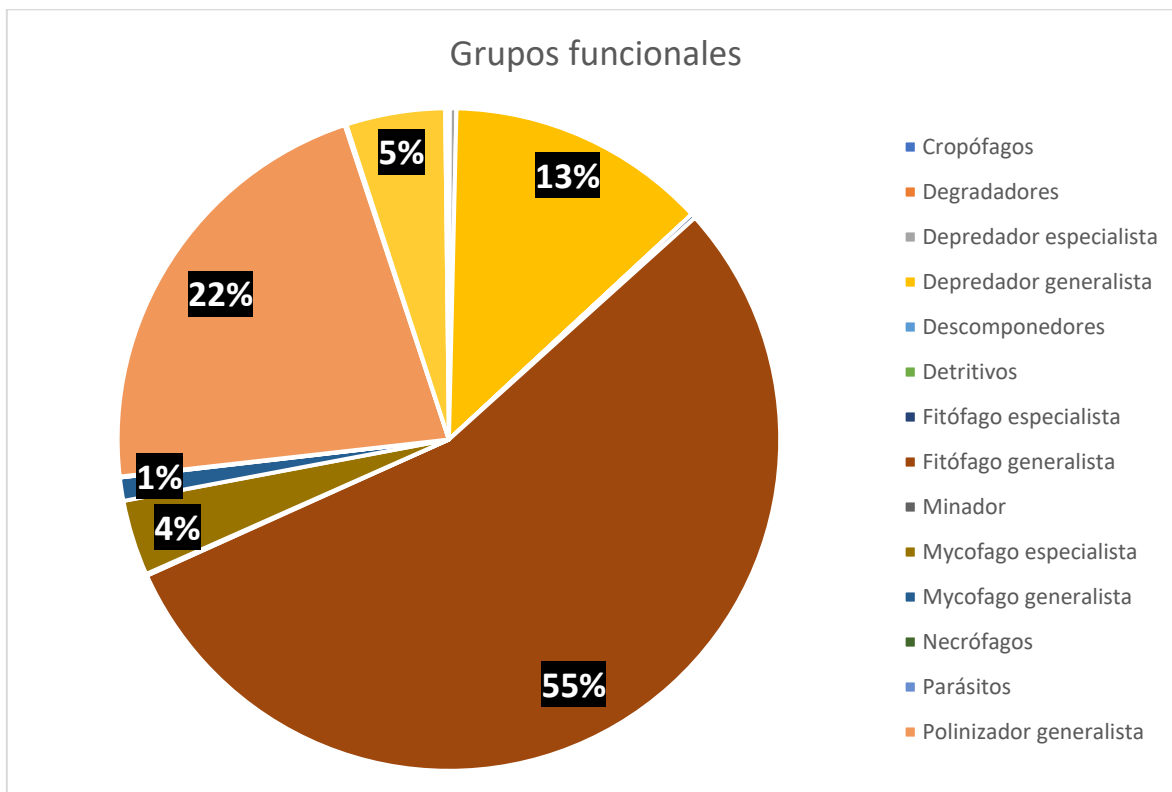


Figura 6. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo de la trampa barrido. Fitófago generalista (55%), polinizador generalista (22%), depredador generalista (13%), depredador especialista (5%), micófago especialista (4%), micófago generalista (1%).

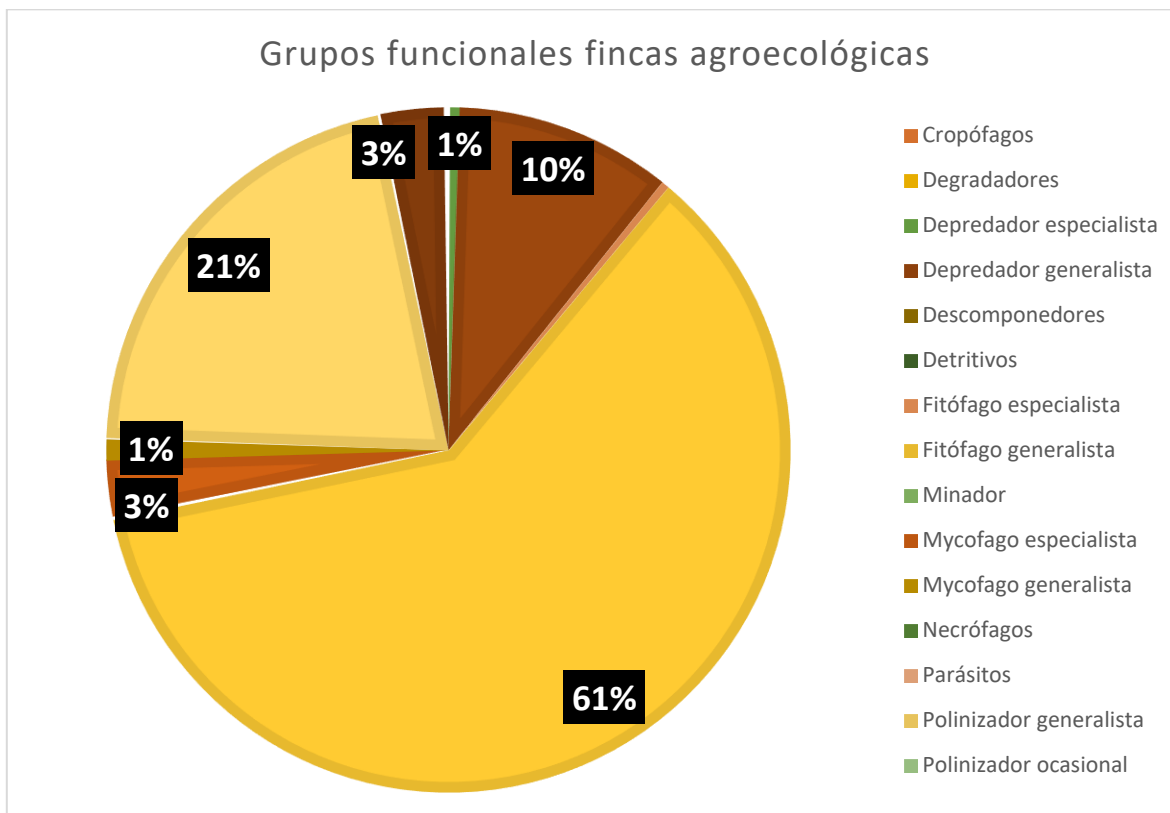


Figura 7. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo en las fincas agroecológicas. Fitófago generalista (61%), polinizador generalista (21%), depredador generalista (10%), micófago especialista (3%), saprófago (3%), micófago generalista (1%), depredador especialista (1%).

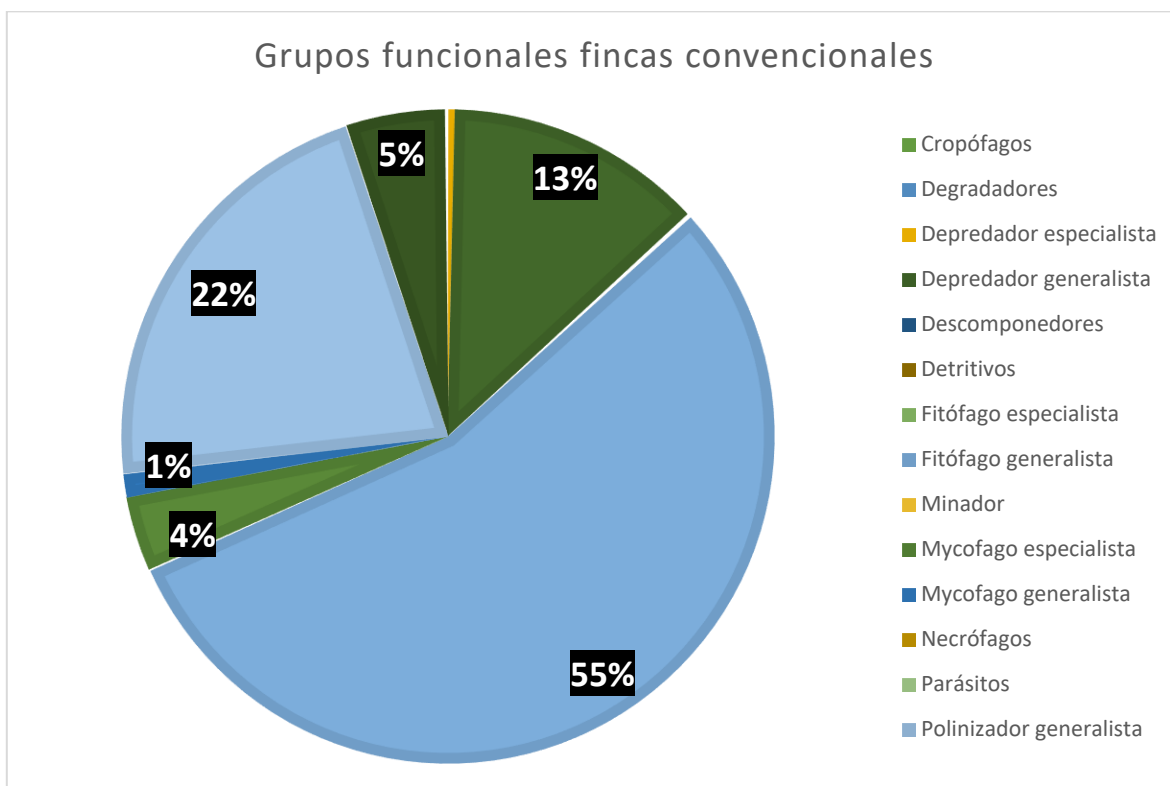


Figura 8. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo en las fincas agroecológicas. Fitófago generalista (55%), polinizador generalista (22%), depredador generalista (13%), saprófagos (5%), micófago especialista (4%), micófago generalista (1%).

Las gráficas no muestran ninguna diferencia entre los grupos funcionales. En ambas gráficas, el grupo funcional más predominante es fitófago generalista con 61% para las fincas agroecológicas, y 55% para las fincas convencionales. Al analizar los datos en SIMPER se obtuvo el mismo resultado, es decir, que el grupo funcional que más comparten entre las fincas era fitófago generalista.

5.3.5 ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL EN BASE A GRUPOS FUNCIONALES Y ABUNDANCIAS

El resultado de los MDS mostró que no existe ninguna diferencia entre los grupos funcionales dependiendo el manejo: agroecológico y convencional (Figura 9), al analizar los datos en la prueba ANOSIM obtuvimos el *valor p*: 0.33 y el *valor r*: 0.0001, confirmando que no existe ninguna diferencia; del mismo modo, el resultado de los MDS mostró que no existe ninguna diferencia entre los grupos funcionales dependiendo de la finca.

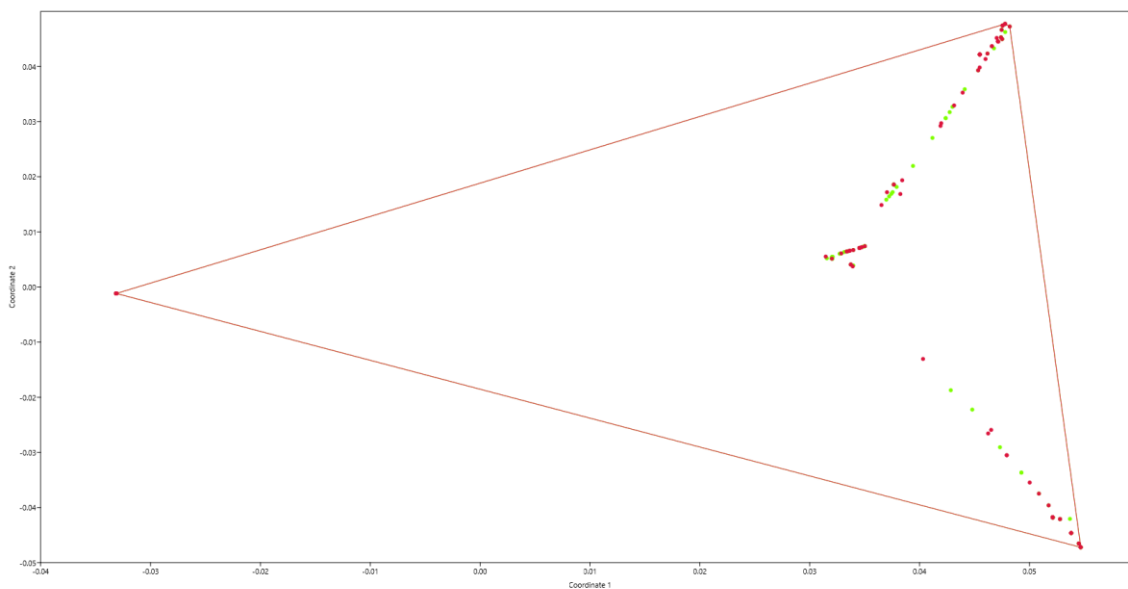


Figura 9. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre los grupos funcionales entre manejo convencional y manejo agroecológico; agroecológico (verde), convencional (rojo).

Los resultados que se observaron en los MDS mostraron que no existe una diferencia significativa entre las abundancias de las fincas estudiadas (Figura 10), esto se corroboró en la prueba ANOSIM obteniendo el *valor p*: 0.0001 y el *valor r*: 0.32, concluyendo que no existe disimilitud en los grupos. No obstante, se denota dos outlayers, la finca LT es un outlayer ya que registró un morfotipo único, y AT2 es el otro outlayer, pero, por no registrar ningún individuo en la tercera colecta.

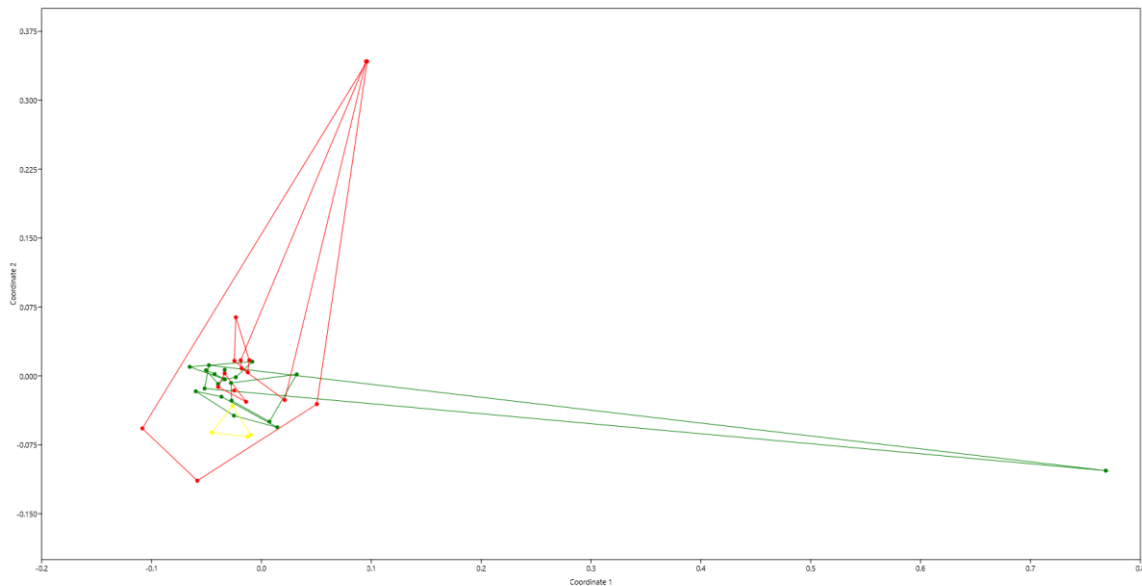


Figura 10. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre las abundancias de todas las fincas estudiadas de la trampa barrido; fincas agroecológicas: FG, TD, HV, LT, MT (verde); fincas convencionales: AT1, AT2, RC, BP (rojo); finca mixta: DP (amarillo).

El dendrograma obtenido, se basó en la similitud de las comunidades Bray – Curtis; el dendrograma no mostró ninguna diferencia entre las fincas (Figura 11) agrupando a TD, RC y FG en la misma rama. Por ende, el dendrograma sustentó los resultados obtenidos por los MDS. Al analizar los datos en SIMPER, se encontró que el morfotipo más abundante entre las fincas agroecológicas y las fincas convencionales fue Melyridae 1.

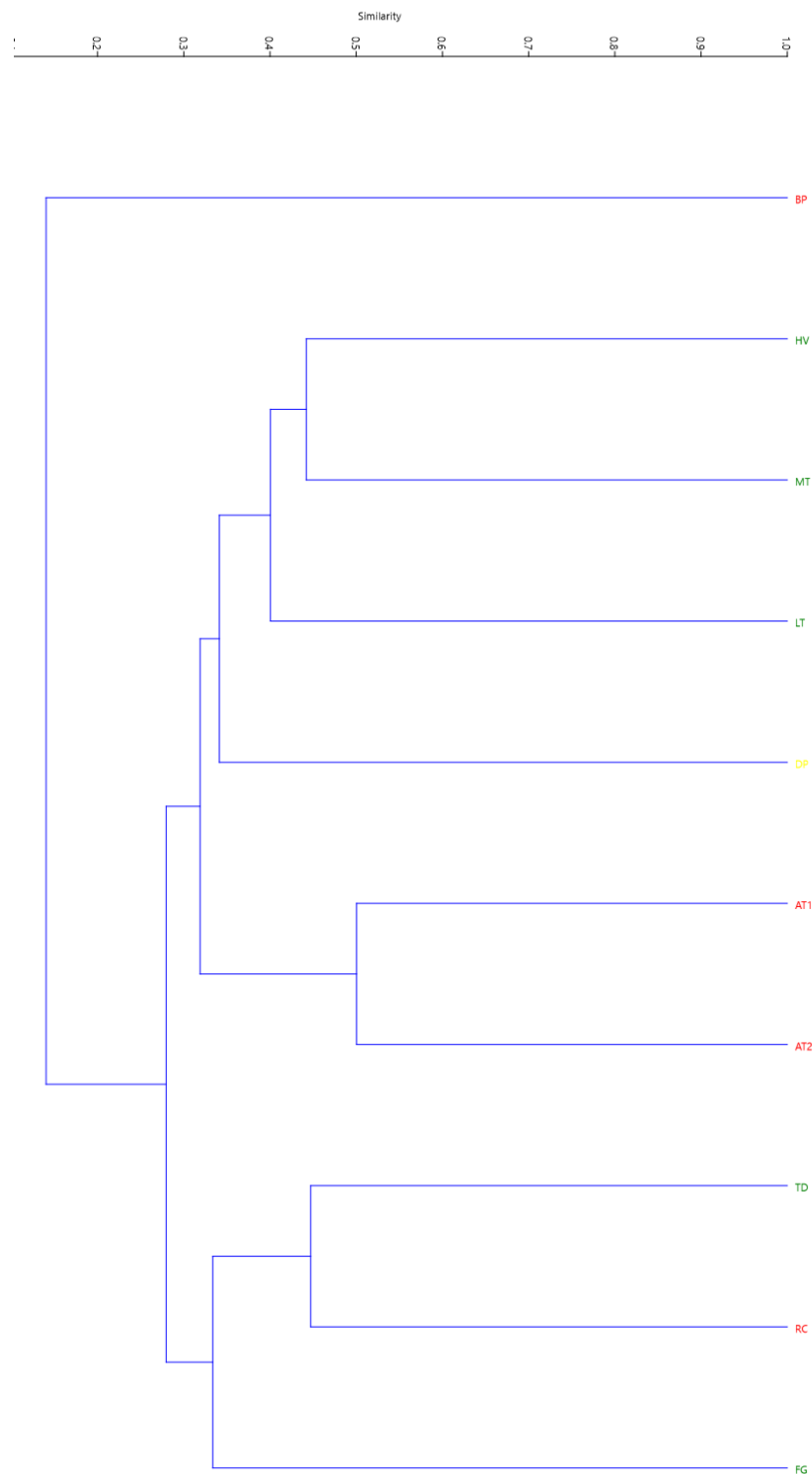


Figura 11. Agrupación entre todas las fincas estudiadas con similitud Bray – Curtis; agroecológico (verde), convencional (rojo), mixto (amarillo).

5.4 TRAMPA PITFALL

5.4.1 DIVERSIDAD ALFA

Se obtuvo la diversidad alfa de todas las fincas a través del programa PAST (Tabla 8): taxa representa la cantidad de morfotipos encontrados en cada finca, e individuos representa el número de individuos totales en las cuatro recolectas. El índice de Margalef nos mostró que la finca con más riqueza específica fue TD con 15.36, seguido de FG con 12.99; ambas fincas pertenecieron al grupo de manejo agroecológico. El índice de Simpson nos mostró que la finca con mayor uniformidad por especie fue BP con 0.039, representando a una finca convencional. Por otra parte, la finca con menor uniformidad por especies fue MT con 0.249, siendo una finca agroecológica. Finalmente, el índice de Shannon nos mostró que la finca TD con 3.831 fue la que tuvo mayor abundancia proporcional estructural y equidad, al contrario de MT con 2.523 fue la que tuvo menor abundancia proporcional estructural y equidad.

Tabla 8. Índices de diversidad alfa basado en las abundancias de cada finca.

DIVERSIDAD ALFA	FG	TD	HV	LT	MT	DP	AT1	AT2	RC	BP
Taxa_S	78	98	67	64	76	54	34	39	66	44
Individuos	375	553	529	385	661	272	90	90	217	115
Índice Margalef	12.99	15.36	10.52	10.58	11.55	9.454	7.334	8.445	12.08	9.062
Dominancia_D	0.040	0.041	0.050	0.088	0.249	0.045	0.058	0.066	0.043	0.039
Shannon_H	3.78	3.831	3.465	3.091	2.523	3.449	3.166	3.206	3.659	3.48

5.4.2 DIFERENCIAS DE ABUNDANCIAS ENTRE LAS DISTINTAS FECHAS DE MUESTREO

Se realizó una relación entre la abundancia y las diferentes épocas del muestreo (Figura 12). La gráfica mostró que, al igual que la trampa barrido, si disminuyó la abundancia de los especímenes del orden, pero no de manera tan contrastante como en la trampa barrido; las fincas convencionales no tienen un patrón lineal en la pérdida de diversidad, al igual que las fincas agroecológicas. Asimismo, se tomó en cuenta los cuatro muestreos del estudio, representando los dos primeros la época lluviosa, y los últimos dos, la época seca.

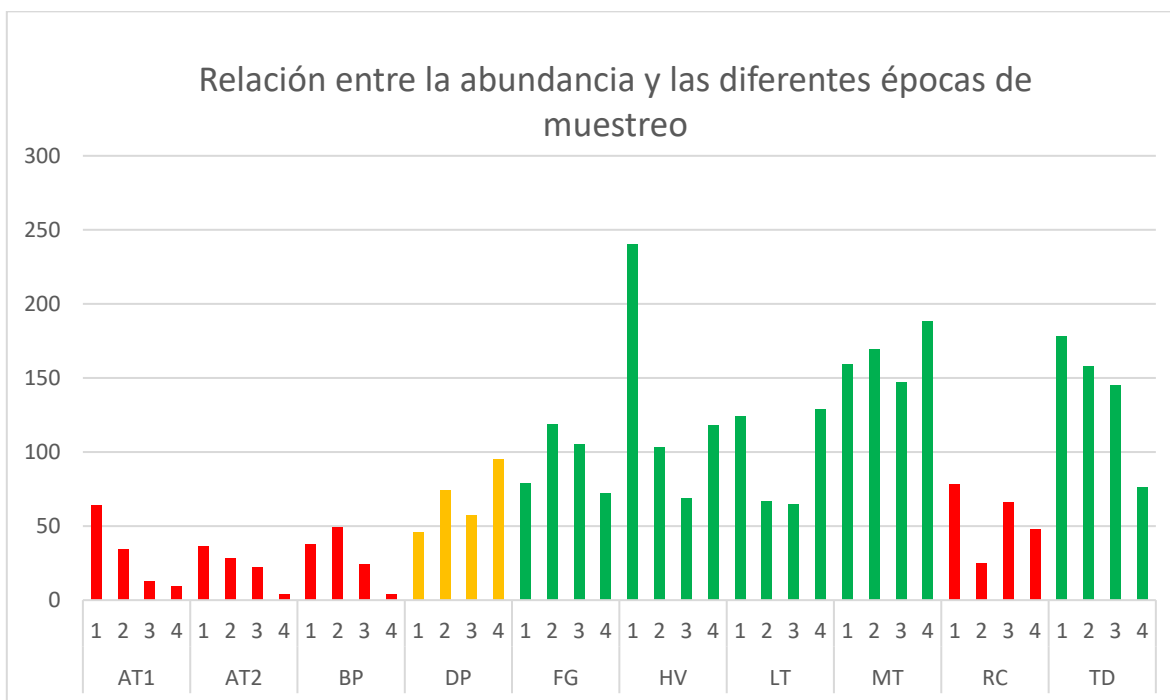


Figura 12. Relación entre la abundancia y las diferentes épocas del muestreo. Figurando los cuatro muestreos realizados en el estudio; agroecológico (verde), convencional (rojo), mixto (amarillo).

5.4.3 CARACTERIZACIÓN DE MORFOTIPOS

También se caracterizaron los diez morfotipos más abundantes con sus grupos funcionales en total de los cuatro muestreos (Tabla 9) (Figura 13).

Tabla 9. Individuos totales de los diez primeros morfotipos más abundantes en la trampa pitfall.

MORFOTIPO	GRUPO FUNCIONAL	INDIVIDUOS
Ptilodactylidae 1	Descomponedor	560
Carabidae 1	Depredador generalista	204
Nitidulidae 1	Micófago/Saprófago/Polinizador/Parásito	142
Chrysomelidae 1	Fitófago generalista	104
Staphylinidae 51	Depredador generalista	97

Staphylinidae 30	Saprófago/Fitófago	83
Staphylinidae 45	Saprófago/Fitófago	82
Cuculionidae 1	Fitófago	79
Melyridae 1	Polinizador generalista	61
Curculionidae 13	Fitófago generalista	60

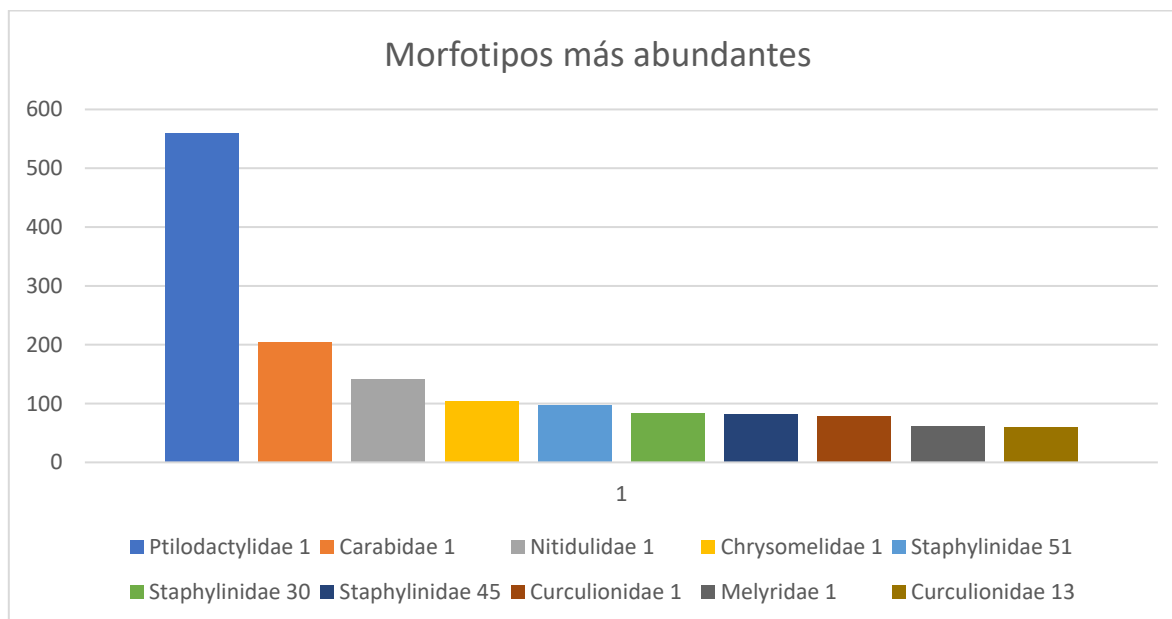


Figura 13. Gráfica de los diez morfotipos más abundantes en total del muestreo.

5.4.4 COMPARACIÓN DE GRUPOS FUNCIONALES ENTRE MANEJOS

Se graficó el porcentaje que ocupaba cada grupo funcional (Figura 14) en total del muestro para la trampa pitfall. Adicionalmente, se hicieron dos gráficas para observar el porcentaje de cada grupo funcional por cada manejo dentro de la trampa pitfall (Figura 15 y 16).

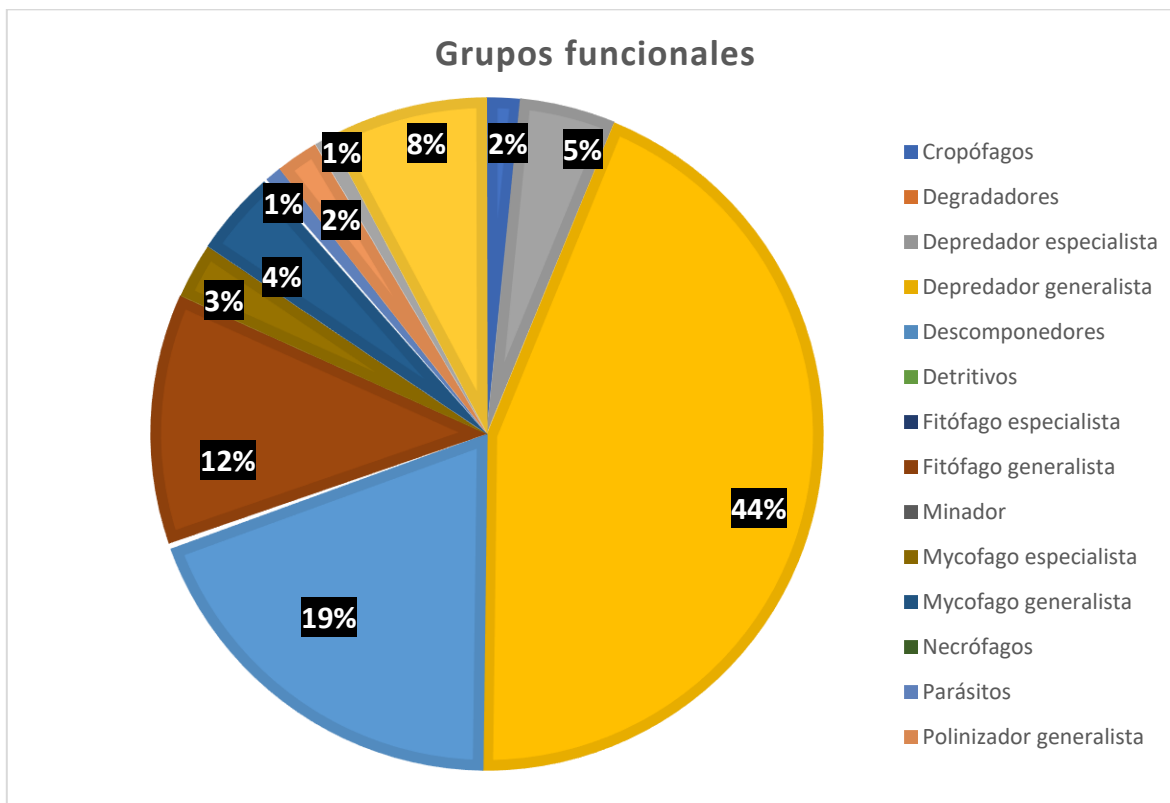


Figura 14. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo de la trampa pitfall. Depredador generalista (44%), descomponedor (19%), fitófago generalista (12%), saprófagos (8%), depredador especialista (5%), micófago generalista (4%), micófago especialista (3%), coprófago (2%), polinizador generalista (2%), polinizador ocasional (1%), parásitos (1%).

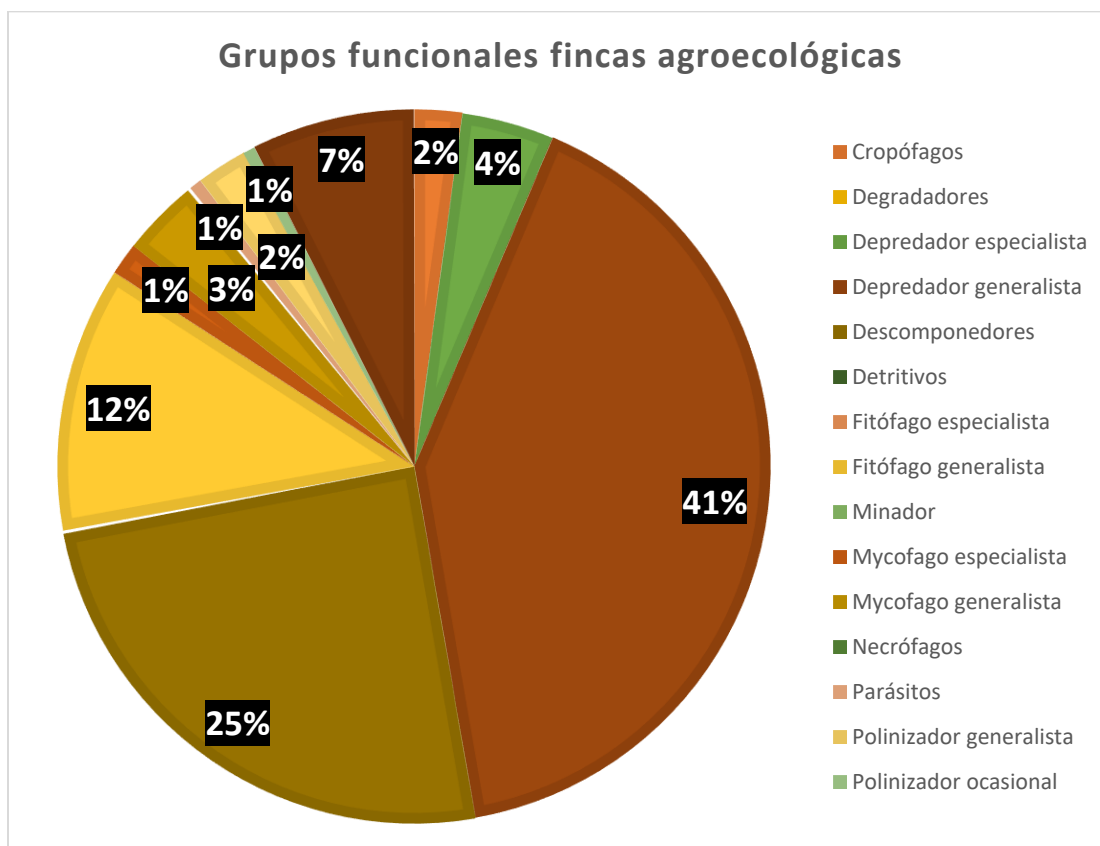


Figura 15. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo en las fincas agroecológicas. Depredador generalista (41%), descomponedores (25%), fitófago generalista (12%), saprófagos (7%), depredador especialista (4%), micófago generalista (3%), coprófagos (2%), polinizador generalista (2%), micófago especialista (1%), polinizador ocasional (1%), parásitos (1%).

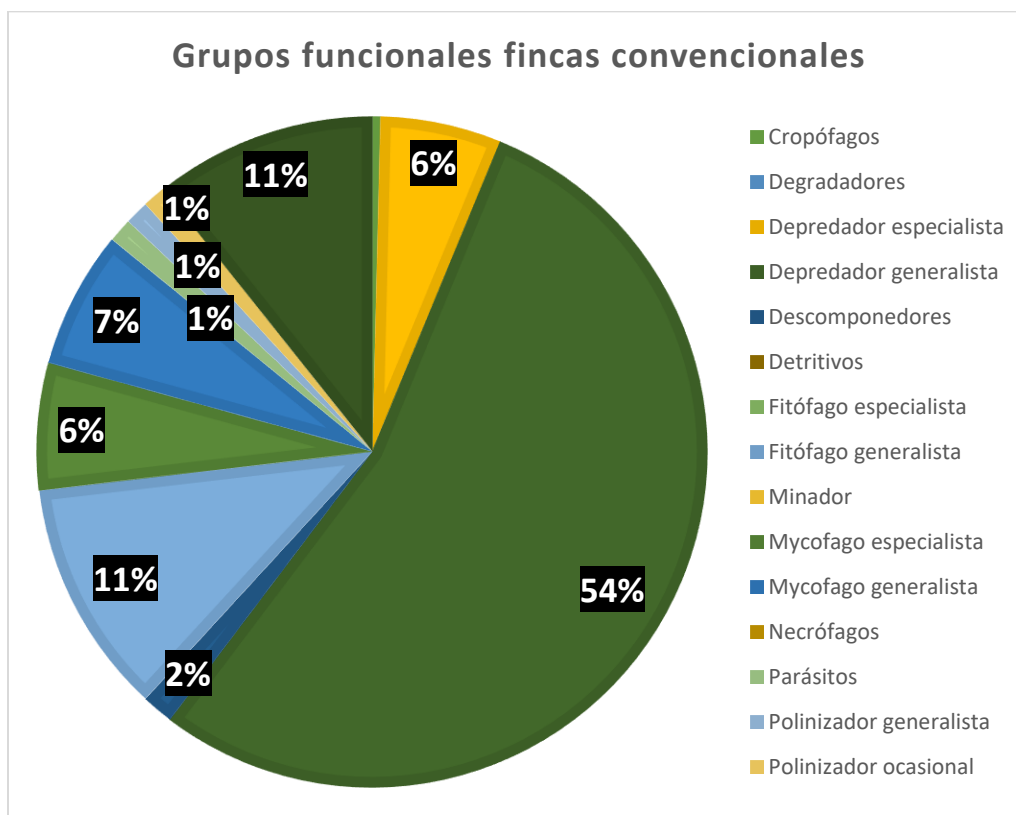


Figura 16. Gráfica de los porcentajes de los grupos funcionales al final del muestreo en las fincas convencionales. Depredador generalista (54%), fitófago generalista (11%), saprófagos (11%), micófago generalista (7%), micófago especialista (6%), depredador especialista (6%), parásitos (1%), polinizador generalista (1%), polinizador ocasional (1%).

En ambas gráficas se pudo observar que no existe diferencia entre los grupos funcionales. Para ambos, el grupo funcional que predomina es depredador generalista con 41% para las fincas agroecológicas y 54% para las fincas convencionales. Asimismo, al analizar los datos en SIMPER se obtuvo el mismo resultado.

5.4.5 ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL EN BASE A GRUPOS FUNCIONALES Y ABUNDANCIAS

El resultado de los MDS nuevamente mostró que no existe ninguna diferencia entre los grupos funcionales dependiendo el manejo: agroecológico y convencional; del mismo

modo, el resultado de los MDS mostró que no existe ninguna diferencia entre los grupos funcionales dependiendo de la finca.

Los resultados de los MDS basándose en la abundancia de cada finca, tampoco mostraron ninguna diferencia (Figura 17). Al analizar los datos en la prueba ANOSIM mostró el *valor p*: 0.0001 y el *valor r*: 0.40, existiendo una pequeña disimilitud en las fincas.

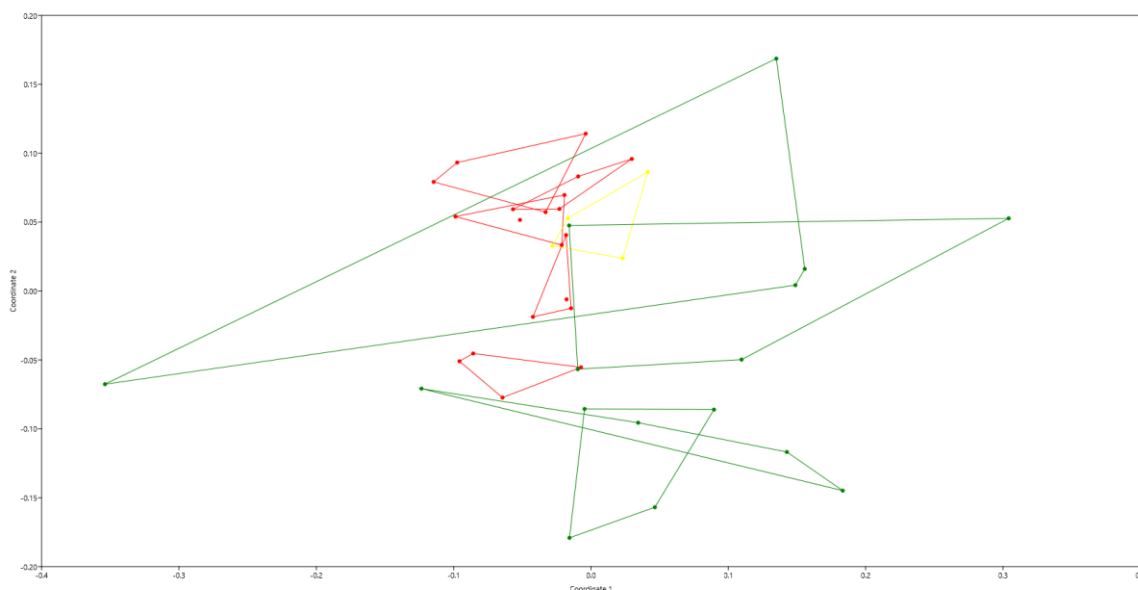


Figura 17. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre las abundancias de todas las fincas estudiadas de la trampa pitfall; fincas agroecológicas: FG, TD, HV, LT, MT (verde); fincas convencionales: AT1, AT2, RC, BP (rojo); finca mixta: DP (amarillo).

El dendrograma (Figura 18) muestra una agrupación entre la finca RC, FG y TD en la misma rama, asimismo, la finca DP está junto a las fincas HV, LT y MT, sustentando que no existen diferencias entre las fincas. Al analizar los datos en SIMPER se encontró que el morfotipo más abundante fue Ptilodactylidae 1.

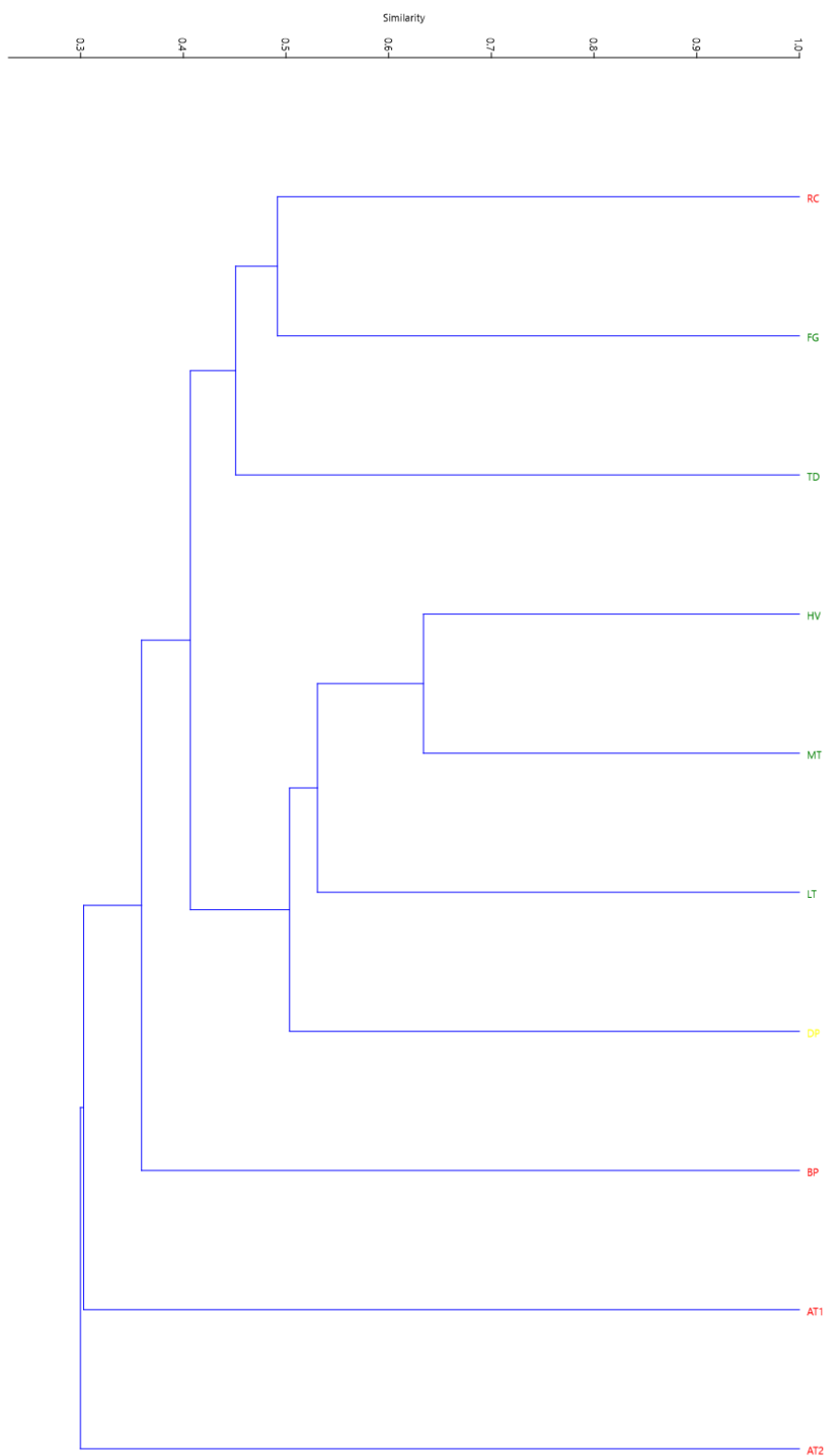


Figura 18. Agrupación entre todas las fincas estudiadas con similitud Bray – Curtis.; agroecológico (verde), convencional (rojo), mixto (amarillo).

Sin embargo, al analizar las coordenadas de los MDS, se observó que la trampa AT2 causaba una alteración de los datos. Por lo que se procedió a quitar toda la trampa, es decir, los cuatro muestreos de la trampa pitfall para realizar nuevamente los datos para ver si se obtenían diferentes resultados.

Los resultados del MDS con respecto a las abundancias de las nueve fincas mostraron diferencias entre ellas. Al analizar los datos en la prueba ANOSIM se obtuvo el *valor p*: 0.0001 y el *valor r*: 0.51, habiendo una mayor disimilitud entre las fincas, a comparación con los otros resultados, sin embargo, el dendrograma no refleja estos mismos resultados. El MDS (Figura 19), mostró que las fincas agroecológicas eran diferentes a las fincas convencionales, separándolas multidimensionalmente, pero, el dendrograma (Figura 20) mostró no existe una diferencia real entre las fincas agroecológicas y las fincas convencionales. Las fincas RC y FG están agrupadas en la misma rama, lo mismo sucede con DP, LT, MT, HV y TD. Resultando una similitud entre las comunidades, sin importar si son de manejo convencional o agroecológico.

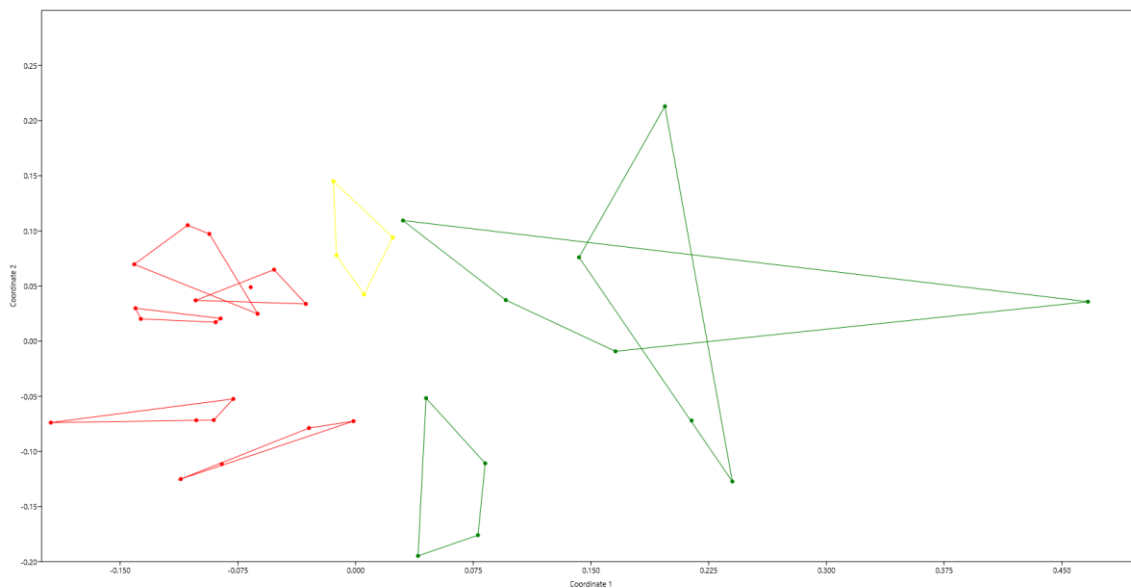


Figura 19. Escalamiento multidimensional (MDS). Transformación logarítmica para observar la similitud entre las abundancias de las fincas estudiadas de la trampa pitfall; fincas agroecológicas: FG, TD, HV, LT, MT (verde); fincas convencionales: AT1, RC, BP (rojo); finca mixta: DP (amarillo).

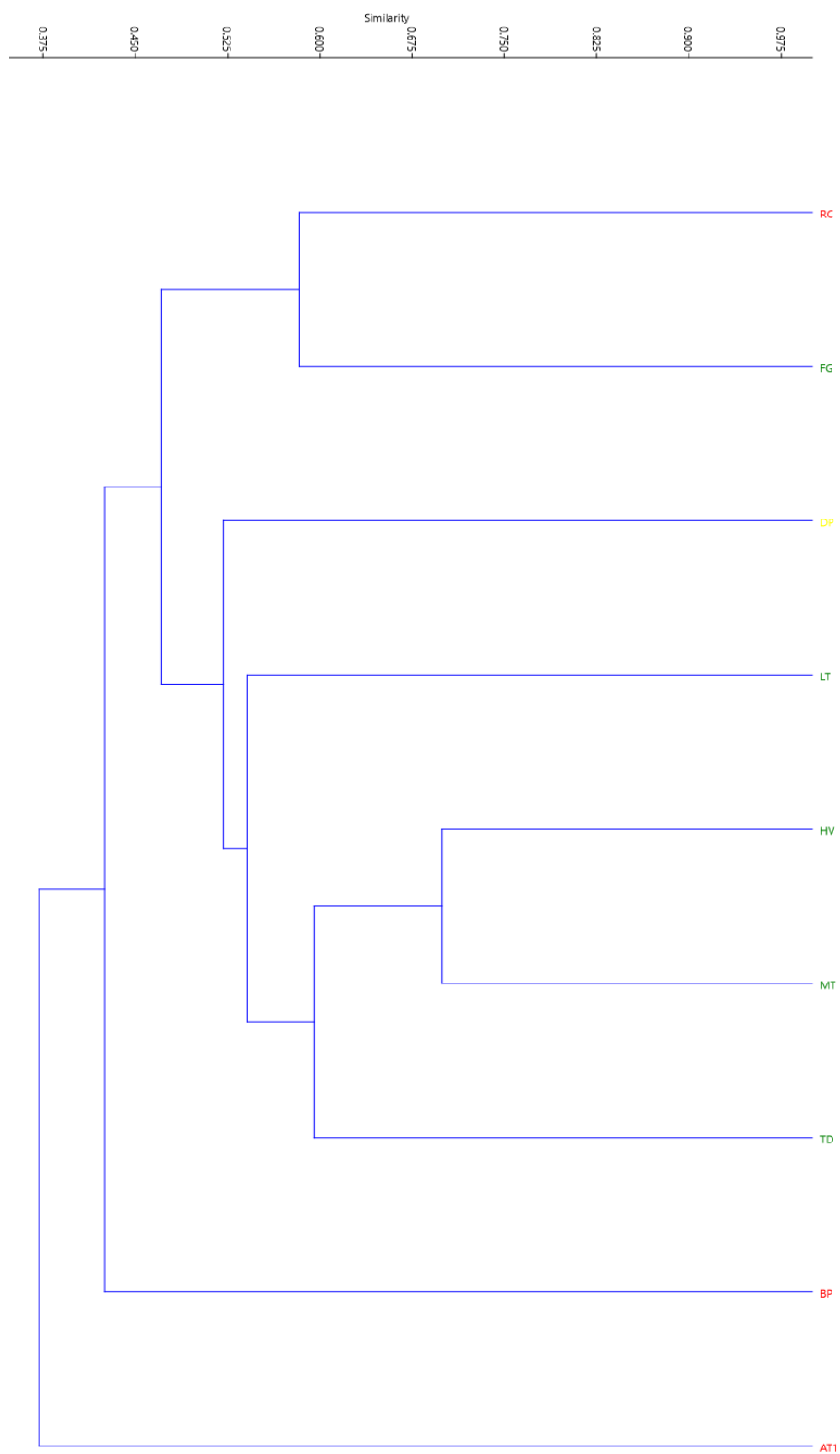


Figura 20. Agrupación entre las fincas estudiadas con similitud Bray – Curtis; agroecológico (verde), convencional (rojo), mixto (amarillo).

Dado a los resultados obtenidos, no se pudo encontrar un patrón para la comparación entre fincas de manejo convencional y fincas de manejo agroecológico. Por más que el *valor r* del último MDS, fue el más alto, la similitud entre las fincas sin importar su manejo sigue siendo sin tener una diferencia significativa. Aun así, se generó información importante que puede servir para siguientes comparaciones en los diferentes predios de la provincia de Pichincha.

6. DISCUSIÓN

Las metodologías implementadas fueron las trampas de barrido y pitfall. En total de la fase de campo se identificaron 20 familias, con un total de 5493 individuos (Tabla 4). 2206 individuos fueron recolectados mediante la trampa barrido y 3287 individuos fueron recolectados mediante la trampa pitfall. Mediante las diferentes trampas, se obtuvieron algunas especies, tanto de hábitats voladores como caminadores (Solís, 2007), ya que todos los modelos de captura están perfeccionados para interactuar con una determinada población o grupo de poblaciones (Santos *et al.* 1982).

La trampa barrida capturó un morfotipo único: Bruchidae, y de la misma forma la trampa pitfall capturó morfotipos únicos: Carabidae, Elateridae, Ptilodactylidae, Scarabeidae. Esto se debe a que la trampa barrido, captura especímenes en su mayoría voladores y algunos caminadores que se encuentran en las zonas herbáceas (Pagola-Carte *et al.* 2007) y la trampa pitfall, captura especímenes en su mayoría caminadores, y pocos voladores que se encuentran en las zonas terrestres (Cutz-Pool & Virginia, 2013). Por los morfotipos únicos encontrados nos damos cuenta qué, su capacidad de ser especies cosmopolitas y colonizar hábitats y microhábitats exige métodos de captura variados (Schauff, 1993), logrando una complementariedad de las trampas para obtener una visión más amplia de las comunidades de insectos.

Basados en las abundancias obtenidas se realizó escalamientos multidimensionales para ver la similitud entre trampas; el MDS de grupos funcionales juntamente con la prueba ANOSIM (Figura 2) (p : 0.03 y r : 0.01) no existe una diferencia entre las trampas. Por otra parte, el MDS de similitud de abundancias y la prueba de ANOSIM (Figura 3) (p :0.001 y r : 0.22) sugieren que no hay disimilitud. Las trampas al ser complementarias compartían en su mayoría los grupos funcionales y los morfotipos, resultando similares entre ellos.

Se identificaron los diferentes grupos funcionales (Tabla 5) de las distintas familias de coleóptero, ya que tienen un rol importante en varios procesos biológicos de los ecosistemas terrestres, como dispersión de semillas, polinización, degradación, depredación

e incorporación de nutrientes al suelo (Estrada & Coates-Estrada, 1991). Por ejemplo, Scarabaeidae puede ser coprófago y degradador, alimentándose de excretas o cadáveres retornando así los nutrientes al suelo; también puede ser fitófagos, obteniendo su alimento de la flora (Steinfeld *et al.* 2006). O en el caso de Staphylinidae, dependiendo de la subfamilia, pueden ser depredadores, saprófagos, micófagos, polinizadores, parásitos y parasitoides (Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Así, cada familia y subfamilia de Coleoptera tiene una importancia para el análisis ecológico para monitorear cambios ambientales (Flowers y Hanson, 2003; Linzmeier *et al.* 2006).

Los índices de diversidad alfa (Tabla 6 y 8) mostraron que, en ambas trampas, la finca agroecológica TD tenía la mayor diversidad en riqueza de especies ($D_{Mg} = 10.52$ y $D_{Mg} = 15.36$). Acorde a la teoría, los predios agroecológicos tienen una mayor biodiversidad (Gliessman, 1998; Altieri y Nicholls, 2000; Griffon, 2008b). Asimismo, la finca convencional BP tenía la menor riqueza de especies en la trampa barrido ($D_{Mg} = 3.119$) y la finca convencional AT1 tenía la menor riqueza de especies en la trampa pitfall ($D_{Mg} = 7.334$), estas fincas pudieron verse afectadas negativamente por el uso de pesticidas, el mal manejo de los suelos y por la contaminación del ambiente, disminuyendo así su riqueza y abundancia (Sala *et al.* 2012). Sin embargo, se pudo observar que la finca convencional RC era la segunda finca con mayor riqueza en la trampa barrido ($D_{Mg} = 9.271$) y la tercera con mayor riqueza en la trampa pitfall ($D_{Mg} = 12.08$), esto puede deberse a la resistencia a pesticidas, los remanentes ribereños y su cercanía a la finca agroecológica FG (NCR, 2002; Lees & Peres, 2008). La resistencia a pesticidas puede definirse como el cambio genético para el desarrollo paulatino a la tolerancia de altas dosis tóxicas, que han sido probadas ser letales para la mayoría de los individuos de la misma especie en la misma población (Crow, 1960; Brown y Pal, 1971; Badii y Garza, 2007). Según Georghiou (1991), los dípteros son el orden con mayor resistencia, seguido de lepidópteros, coleópteros, ácaros y hemípteros (Georghiou, 1991).

A la vez otro factor que pudo influenciar es las recolectas del remanente ribereño que se hizo en la finca RC; estas pueden proveer de hábitats y mantienen la biodiversidad de vertebrados e invertebrados terrestres en paisajes que han sido perturbados por la agricultura

(NCR, 2002; Lees & Peres, 2008; Murillo-Ramos *et al.* 2016). Murillo-Ramos *et al.* (2016) reportó en su trabajo que la diversidad encontrada en los remanentes fue mayor a comparación de las zonas agrícolas, además, sugieren que los remanentes deberían mantenerse como zonas de amortiguamiento para retener altos niveles de biodiversidad (Murillo-Ramos *et al.* 2016). Asimismo, la cercanía a la finca agroecológica FG pudo afectar de manera positiva a la diversidad de coleópteros, ya que varios estudios sugieren que el orden Coleoptera tiene una gran capacidad de dispersión (Ferrer-París, 2014); se han estimado tasas de dispersión de 40 y 80 km anuales, aunque estos intervalos pueden llegar a ser de 100 a 200 km anuales (Barbero y López-Guerrero, 1992; Kohlmann, 1994). Según Clavijo (2013), las fincas agroecológicas influyen positivamente en la biodiversidad de las fincas convencionales cercanas, pero recomienda que las fincas agroecológicas deben estar alejadas de las fincas convencionales para que el uso de fertilizantes, agroquímicos y abonos no afecten a la producción agroecológica (Clavijo, 2013). Por lo tanto, se presume que la finca RC debido a la resistencia a pesticidas, la presencia de recolectas del remanente ribereño dentro de su predio, y la cercanía a la finca agroecológica FG aumentaron su diversidad, colocándola en segundo lugar como la finca con mayor riqueza de especies en el estudio.

Además, dada la complejidad de los sistemas agronómicos, la rápida modificación de los ecosistemas y los cambios de la diversidad es inalcanzable hacer la interpretación de un sistema como un todo, esto no quiere decir que no es importante tener en cuenta la utilización de los índices que aportan una visión parcial, pues nos dan información con respecto a la distribución espacial de las especies (Mace & Baillie, 2007; Griffon, 2008; Costas, 2014).

Los resultados obtenidos de los escalamientos multidimensionales que se hizo en relación con la similitud entre grupos funcionales, sea por trampa, manejo o finca, resultó ser similares en todos los MDS realizados, y los valores r obtenidos en la prueba ANOSIM (Figura 9) (p : 0.0001 y r : 0.32) mostraron que no existía ninguna disimilitud. A diferencia de los trabajos de Feber *et al.* (1997), Melnychuk *et al.* (2003) y Zalazar y Salvo (2007), obtuvieron resultados que coinciden en términos generales sobre un aumento de especies en fincas orgánicas. Por ejemplo, en el trabajo de Zalazar y Salvo (2007) analizaron todos los

órdenes recolectados y obtuvieron una diferencia entre los campos convencionales y orgánicos. En este trabajo, los campos orgánicos presentaron un número significativamente mayor en las especies y grupos funcionales que los campos convencionales, argumentando qué, la ausencia de agroquímicos y la disminución de manipulación nociva del suelo favorece la tendencia observada (Feber *et al.* 1997; Melnychuk *et al.* 2003; Zalazar y Salvo, 2007).

La similitud entre grupos funcionales pudo deberse a que no se tomó en cuenta que existe un sistema complejo y compuesto de múltiples elementos que interaccionan de múltiples maneras en un sistema agrícola (Sole y Manrubia, 1996), en otras palabras, los predios se caracterizan por tener una cadena trófica no lineal (Anexo 5), e intentar reducir a los agrosistemas a una cadena trófica lineal (Anexo 6), es de los errores fundamentales de la funcionalidad de los pesticidas y del concepto básico de la revolución verde (Griffon, 2008b). En el trabajo de Novotny *et al.* (2010), clasificaron a los insectos fitófagos según su aparato bucal, desarrollo larval, si se alimenta dentro o fuera de la planta, si se alimenta de las hojas, flores, frutos, xilema o floema, etc., resultando 72 combinaciones posibles para cada uno de los insectos recolectados (Novotny *et al.* 2010). Asimismo, las relaciones tróficas no son constantes, ya que pueden verse afectadas y alteradas por las condiciones ambientales (Yule, 1996; Chará-Serna *et al.* 2010). Para este estudio, no se tomó en cuenta las interacciones dentro del predio, como: el tamaño del aparato bucal que tenía cada espécimen, su desarrollo larval y su alimentación específica. Esto, a la falta de conocimiento y especialistas para su análisis y caracterización, además, la identificación mediante fotografías hace su caracterización más difícil todavía (Luna, 2005).

También se debió establecer cuáles son las relaciones entre los componentes del ecosistema y como éstas influyen en la interacción de la red trófica de los insectos. Los componentes se pueden establecer a través de la ecología básica, como mutualismo, parasitismo o comensalismo (Griffon, 2008). Por ejemplo, en Coleoptera: Staphylinidae, Aleocharinae con frecuencia, se encuentran entre los depredadores generalistas más abundantes de los hábitats de hojarasca, por otra parte, son inquilinos de las colonias de los insectos sociales, tienen asociaciones con hongos macroscópicos, pueden ser parasitoides de

pupas de díptero, y como polinizadores de algunas palmas en América del Sur (Navarrete-Heredia *et al.* 2002). Otro ejemplo, en Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae enriquecen los horizontes edáficos, estimulando la aparición de colémbolos y ácaros, actúan como controladores de parásitos gastrointestinales del ganado, ayudan e incrementan la relación bacteria-hifa, favoreciendo a las bacterias amoniacales, activando y apresurando el reciclaje de estiércol, la circulación del nitrógeno, la aireación del suelo y la bioturbación (Lamuret & Martínez, 2005; Nicholls *et al.* 2008; Murillo-Ramos *et al.* 2016). Estas relaciones ecológicas dentro del sistema agrícola, no se tomaron en cuenta al momento de hacer los análisis; la falta de observación directa y la falta de información publicada.

Igualmente, los escalamientos multidimensionales que se realizaron, junto a la prueba ANOSIM para la trampa barrido en base a las abundancias de las fincas (Figura 10) (p : 0.0001 y r : 0.32) sugiere que no existe mayor disimilitud entre las fincas, además, en el dendrograma (Figura 11), se pudo corroborar que no existía una diferencia entre las comunidades. Asimismo, para la trampa pitfall (Figura 17) (p : 0.0001 y r : 0.40), se pudo observar que existe una mayor disimilitud en comparación con la trampa barrido, aun así, al analizar los datos en el dendrograma (Figura 18), se visualizó las fincas convencionales y agroecológicas estaban en la misma rama, corroborando los resultados obtenidos en los MDS. Se esperó que exista una diferencia en las abundancias entre las fincas convencionales y fincas agroecológicas, sobre todo por el uso de agroquímicos, sin embargo, solo una finca convencional (BP) mostró una diferencia medianamente alta por el efecto de los agroquímicos y por su zona de vida. Con los datos obtenidos en campo (Tabla 3) se sabe que la finca convencional BP usa pesticidas de categoría I – rojo, siendo un agroquímico extremadamente tóxico, en la que el organismo se ve afectado de forma inmediata o a pocas horas de la exposición al pesticida (Bardin *et al.* 1994; Flores *et al.* 2017). El uso de pesticidas de categoría I, tiene una tasa de mortalidad mucho mayor a comparación con pesticidas de otra categoría. Por otra parte, las fincas RC y AT1 usan pesticidas de categoría II – amarillo, siendo un agroquímico altamente tóxico y las fincas DP y AT2 usan pesticidas de categoría IV – verde, un agroquímico ligeramente tóxico (Flores *et al.* 2017). Estos pesticidas, por lo regular solo tienen una tasa de mortalidad del 20% (Cloyd y Dickinson, 2006), y la resistencia

a los pesticidas es casi inevitable, debido a la selección que ejerce el pesticida continuamente (Brattsten, 1990).

Sin embargo, la zona de vida puede ser un factor que provoca estas diferencias. La finca convencional BP es la única que se encuentra en Machachi a 2945 msnm, al sur de la provincia de Pichincha, siendo un valle frío y húmedo; las fincas convencionales AT1 y AT2 y la finca agroecológica TD se encuentran en Palugo a 2680 msnm, al centro-norte de la provincia de Pichincha, siendo una zona de valles cálidos y secos dentro del callejón interandino; la finca convencional RC y la finca agroecológica FG se encuentran en Puenbo a 2400 msnm, al centro-norte de la provincia de Pichincha; de igual manera esta zona es un valle cálido y seco dentro del callejón interandino; las fincas agroecológicas HV, MT y LT y la finca mixta DP se encuentran en Cayambe a 2830 msnm, al norte de la provincia de Pichincha; esta zona está influenciada por la Cordillera Oriental, siendo una zona con valles más húmedos (de los Santos & Zapperi, 2009; INAMHI, 2012; Varela & Ron, 2018). Según Huston (1994), uno de los factores ambientales que afectan la abundancia, cambia la riqueza y la composición de las comunidades es la altitud, ya que entre más altitud menor riqueza en las comunidades de escarabajos (Huston, 1994; Lobo & Halfpeter, 2000; Celi *et al.* 2004; Deloya *et al.* 2007).

Es importante denotar que, al momento de digitalizar los datos, el efecto de los agroquímicos era mucho más evidente en los insectos aéreos que en los insectos caminadores, ya que los procesos en el suelo son mucho más lentos en comparación con otros componentes del ecosistema. El agroquímico no va a afectar de la misma manera a las comunidades voladores que las comunidades del suelo (Büchs, 2003). Esto sucede por todos los procesos del suelo. Éste almacena el carbono de la atmósfera, pasa por procesos de fotosíntesis, mineralización y humificación, incrementando la biomasa, el material orgánico y los minerales (Martínez *et al.* 2014). Estos contenidos altos de materia orgánica y minerales contribuyen a la capacidad de aumento de retención del agua (Camargo-García *et al.* 2012). Estos componentes y factores influyen en el origen y formación del suelo, haciéndolo más lento en comparación a otros ecosistemas (Sánchez & Rubiano, 2015).

Ciertamente, al realizar el MDS y la prueba ANOSIM (Figura 19) (p : 0.0001 y r : 0.51) sin la finca AT2, se observó que sí hubo una diferencia entre las fincas convencionales y las fincas agroecológicas. Esto se debe a que la finca AT2 era una finca con cultivo tanto horizontal como vertical. La diferencia entre ambos cultivos es su distribución de especies y su disposición, es decir, el cultivo horizontal, tiene especies voladoras y caminadoras que ocupan una distribución específica, además, estos cultivos se pueden considerar de forma de franjas, corredores o bloques, y las siembras pueden ser de manera alternada, asociada o de relevo. El cultivo vertical, puede cubrir distintos estratos, pero a manera de como vayan creciendo y según la densidad de siembra, compartir el área de cultivo, sin interferir directamente con ellos (Pérez, 2010). De esta manera, las especies que comúnmente se pueden encontrar en el cultivo horizontal, pueden aparecer casuísticamente en los cultivos verticales. Por lo tanto, la finca AT2, al tener poca distribución de especies voladoras y caminadoras en sus cultivos, entre estos, plagas de hortalizas, simulaba ser una finca de manejo agroecológico, por la diferencia de cultivos dentro de su predio.

Sin embargo, al momento de realizar los dendrogramas (Figura 20), se observó que la similitud entre comunidades era evidente. Los dendrogramas, a diferencia de los MDS, son una técnica para resolver problemas de clasificación, y tienen tres tipos de funciones: (I) construir una matriz de rasgos (contiene el valor de cada especie para cada rasgo funcional), (II) calcular una matriz de distancias entre pares de especies en el espacio de rasgos funcionales, y (III) construir un dendrograma para clasificar las especies según sus distancias (Vicente, 2007; Mouchet *et al.* 2008). Al agrupar los dendrogramas por similitud Bray-Curtis, podemos ver que, la finca DP, HV, LT, BP, TD, MT y RC tienen comunidades similares entre sí. Cabe recalcar que, principalmente la finca DP, en los MDS era muy similar a las comunidades de las fincas con manejo agroecológico, ya que esta finca manejaba ambos procesos de cultivo, es decir, un manejo mixto.

Con los resultados de las gráficas (Figura 4 y 12), si bien se quiso hacer una correlación entre la abundancia y la humedad en las diferentes épocas de muestreo (invierno y verano), se perdieron los datos de los dataloggers. A pesar de ello, se pudo obtener datos históricos de la humedad relativa de cada localidad. Machachi, en los meses de mayo-junio

tenía humedad relativa de 96% a 97%, y en los meses de julio-agosto tenía una humedad relativa de 94%. Puembo y Palugo, en los meses de mayo-junio tenían una humedad relativa de 67% a 64%, y en los meses de julio-agosto tenían una humedad relativa de 59% a 61%. Cayambe, en los meses de mayo-junio tenía una humedad relativa de 85% a 78%, y en los meses de junio-agosto tenía una humedad relativa de 80% (INAMHI, 2012). Basándonos en la teoría, existe una correlación altamente significativa entre la humedad y la riqueza de coleópteros, afectando directamente a la población y presentando una mayor riqueza de especies cuando las condiciones de humedad aumentan (García *et al.* 2001). El sistema de riego en los sistemas agrícolas es importante para mantener la humedad de la tierra, para evitar que esta misma se erosione (Zribi *et al.* 2011).

Para la parte estadística se tomó en cuenta el tipo de manejo de cada predio: convencional y agroecológico. Pero, no se tomó en cuenta otro tipo de manejos que se llevaban dentro de los predios. Aunque, en las encuestas (Tabla 2 y 3) si se consideró algunos otros factores de manejo, no se estipuló para la parte estadística. Según Griffon (2008), se recomienda tomar en cuenta la relación entre los animales del predio y los cultivos, la asociación se plantas, si el estiércol es utilizado como fertilizante, entre otros; además de todo lo mencionado anteriormente, la redundancia de estas relaciones, el conjunto de las propiedades funcionales de los diferentes elementos del sistema agrícola se utiliza para obtener una comparación real entre un predio agroecológico y uno convencional.

Al tener un manejo agroecológico, podemos hacer una agricultura sustentable en el manejo y conservación de los recursos naturales, asegurando la satisfacción de las necesidades humanas en el presente, y para futuras generaciones (Solano *et al.* 2017). Además, desde el ámbito sociológico y económico la agroecología es más rentable que el manejo convencional. Los predios al necesitar continuamente los agroquímicos tienen una mayor pérdida económica, contaminan el ambiente y necesitan aceptar formulas y enfoques impuestos desde el exterior (Cuéllar-Padilla y Calle-Collado, 2011), necesitando de agentes externos para sobrevivir.

Por otra parte, la contaminación ambiental e intoxicaciones por uso de pesticidas es una gran desventaja. Se ha demostrado que, la exposición a agroquímicos produce

intoxicaciones agudas, reportando 1500 a 2000 casos en países asiáticos. García (1998), señala que en América Latina existen entre 1000 a 2000 casos anuales por intoxicación, correspondiendo el 3% de los casos a trabajadores agrícolas expuestos (García, 1998; Henao y Arbelaez, 2002).

Además, con los datos obtenidos en las encuestas (Tabla 2 y 3), el ingreso que tienen las fincas agroecológicas no es el mismo ingreso que tienen las fincas convencionales. Para una finca agroecológica, la distribución de la riqueza se divide en: manejo de suelo, manejo de diversidad vegetal y régimen de tenencia y cuidado de la tierra (Dellepiane y Sarandón, 2008). En cambio, para una finca convencional, además de lo mencionado anteriormente, deben gastar en pesticidas, semillas y sistemas de arado pesado. En conclusión, se puede decir que las fincas de manejo convencional tienen una pérdida económica, una contaminación ambiental y un riesgo de salud mayor a las fincas agroecológicas que no gastan en agroquímicos.

Dado los *valores r* que obtuvimos, podemos darnos cuenta de que tenemos variables con fuerte correlación, es decir, tenemos dos o más variables que influyen en la variable que deseamos estudiar (Ferré & Ruis, 2002). Por lo tanto, se recomienda para siguientes estudios comparar fincas con un solo tipo de cultivo, dos tipos de manejo (convencional y agroecológico), una sola manera de cultivar (horizontal o vertical) una misma zona de vida, mantener las trampas como complementarias y no muestrear zonas remanentes ribereños para que la variable estudiada no tenga influencia por otras variables en los datos obtenidos. Además, encontrar fincas que tengan mayor intensidad de uso de agroquímicos, o una misma categoría de pesticidas, para que las diferencias sean más contrastantes.

También, se recomienda tener en cuenta factores ambientales que pueden influenciar en la aparición de diferentes especímenes de insectos, como: suelo, humedad, altitud, temperatura. Y tomar en cuenta todas las redes de interacciones que existen dentro de un sistema agrícola.

Se recomienda acabar de analizar todos los órdenes recolectados en el trabajo, para obtener un resultado que afirme o contradiga lo obtenido en este trabajo de disertación; por

ejemplo, se sabe que los microhimenópteros se caracterizan por su capacidad de parasitar insectos de los órdenes Lepidoptera, Hemiptera y Diptera; estos microhimenópteros pueden ser utilizados como controladores biológicos, manteniendo una importancia en el equilibrio biológico de un ecosistema agrícola (Sulaiman *et al.* 1990).

Al comparar este trabajo de disertación con trabajos similares se encontraron diferencias importantes: en el trabajo de Zalazar y Salvo (2017), el número de especímenes para muestrear era mucho menor. El tiempo de muestreo era menor y clasificaron todos los especímenes solo en órdenes. En el trabajo de Dellepiane y Sarandón (2008), el muestreo lo hacen en fincas de café, donde influyen otros factores importantes como el suelo, la sombra, diversidad vegetal y el clima. En el trabajo de Cañas y Chamorro (2017), muestrearon en cultivos de lechuga, implementaron más trampas, pero igual clasificaron solo en órdenes encontrados.

Dicho esto, es importante integrar los sistemas agrícolas como sistemas circulares y tomar en cuenta diferentes factores que pueden influenciar en los comportamientos ecológicos de los insectos. Para futuros trabajos se tiene una mejor idea sobre la estandarización, la implementación, el trabajo de observación y errores que pueden ser evitados.

Finalmente, se sugiere que Ptilodactylidae puede ser un posible bioindicador para identificar predios que usan y no usan agroquímicos; este morfotipo fue el más abundante entre las fincas agroecológicas y convencionales en la trampa pitfall. Se registraron 582 individuos (Tabla 4), donde 571 individuos se encontraban en fincas agroecológicas y 11 individuos en fincas convencionales. Se plantea que la diferencia entre fincas puede ser por el uso de pesticidas. Ptilodactylidae tiene larvas acuáticas (Lawrence & Stribling, 1992), y al momento de colocar los agroquímicos, contaminan el agua (Montico & Di Leo, 2015), matando la larva de Ptilodactylidae. En la finca mixta DP se encontraron seis individuos, en las trampas donde tenían su cultivo agroecológico; en la finca convencional AT2 se encontró cuatro individuos, en las trampas donde tenían su cultivo vertical; en la finca convencional RC se encontró un individuo, pero éste pudo haberse dispersado desde la finca agroecológica

FG debido a su cercanía; además, sería importante realizar más estudios de esta familia, y aunque existen un gran número de especies descritas la información específica de esta familia sigue siendo casi inexistente (Stribling, 1986; Viñolas *et al.* 2020)

7. CONCLUSIONES

1. Con las encuestas se pudo determinar el manejo de los predios clasificándolos en agroecológicas o convencionales.
2. Al analizar la similitud entre grupos funcionales y la abundancia en las diferentes trampas, podemos decir que no existe ninguna diferencia significativa.
3. Al realizar los análisis de diversidad alfa, podemos observar que los predios agroecológicos fueron los más diversos.
4. Al analizar la similitud entre los grupos funcionales y la abundancia en los diferentes predios por método de trampa, se concluyó que no existe ninguna diferencia significativa.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrocalidad. (2018). Inocuidad de alimentos, Dirección de orgánicos. Consultado 10/09/2019 <http://www.agrocalidad.gob.ec/direccion-de-organicos/>.

Alexander, K. N. A. (2014). A review of the scarce and threatened beetles of Great Britain, Species Status No. 16. Natural England Commissioned Report NECR134, United Kingdom. (19): 1-124.

Altieri, M. A., (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan- Comunidad. Montevideo, Uruguay.

Altieri, M., Nicholls, C. (2000). *Agroecología, teoría y práctica para una agricultura sustentable*. ISBN. México DF.

Altieri, M., Nicholls, C. (2001). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables*. ISBN. México.

Altieri, M.A., Nicholls, C., Funes-Monzote, F. & Vázquez, L. (2011). Hacia una metodología para la identificación, diagnóstico y sistematización de sistemas resilientes a eventos climáticos extremos. Red Iberoamericana de agroecología para el desarrollo de sistemas resilientes al cambio climático.

Ángel, A. (1995), *La fragilidad ambiental de la cultura*, Editorial Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Estudios Ambientales. IDEA, Bogotá.

Arnés, E., Astier, M. (2018). *Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos*. UNAM, México.

Ascuasiati, A. (2012). *Plagas domésticas: Historia, patologías, plaguicidas, contro.* Santo Domingo, RD: Publicaciones Agrícolas de Oasis Colonial.

Badii, M., Garza, V. (2007). *Resistencia Insectos, Plantas y Microorganismos.* Cultura Ciencia y Tecnología. México.

Balslev, H., Øllgaard, B. Aguirre, Z., Madsen, JE., Cotton, E., Balslev, H (eds) (2002). *Mapa de vegetación del sur de Ecuador. In: Aguirre Botánica Austroecuatorialiana – estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de el Oro, Loja y Zamora–Chinchipe.* Ecuador.

Bar, M. (2010). *Biología de los Artrópodos.* Argentina.

Barbero, E., López-Guerrero, Y. (1992). Some consideration on the dispersal power of *Digitonthophagus gazella* (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Tropical Zoology.* (5): 115-120.

Bardin, P., Van, S., Moolman, J., Foden, A., Joubert, J. (1994). Organophosphate and carbamate poisoning. *Arch Intern Med.* (154): 1433-1441.

Bejarano, F. (2003), “*corporaciones, riesgos y prevención de daños de los plaguicidas*”, en Bejarano, F. y Mata, B (eds.) *Impactos del libre comercio, plaguicidas y transgénicos en la agricultura de américa latina.* México D.F: Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México. México.

Beketov, M., Foit, K., Schäfer, B., Schriever, C., Sacchi, A., Capri, E., Biggs, J., Wells, C. & Liess, M. (2009). *Spear Indicates Pesticide Effects in Streams—Comparative Use*

of Species-And Family-Level Biomonitoring Data. *Environmental Pollution*. 157(6): 1841-1848.

Bellwood, D., Wainwright, P., Fulton, C., Hoey, A. (2006). Functional versatility supports coral reef biodiversity. *Proceedings of the Royal Society* (273): 101-107

Bengtsson, J., Ahnström, J., Weibull, A. (2005). The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis- *Journal of Applied Ecology* (42): 261-269

Boyero, L., Ramírez, A., Dudgeon, D., & Pearson, R.G. (2009). Are Tropical Streams Really Different. *Journal of The North American Benthological Society*. 28(2): 397-403.

Brannstrom, C. (2009). South america's neoliberal agricultural frontiers, places of environmental sacrifice or conservation opportunity. *Ambio, a journal of the human environment*. 38(3): 141-150.

Brattsten, L. (1990). *Resistente mechanisms to carbamate and organophosphate insecticide*. In: *Managing resistance to agrochemicals*. Green, M. B.; H. M. y W. K. Moberg (eds.), American Chemical Society. Washintong, D.C. United States.

Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie*. Wien: Springer.

Brown, A., Pal, K. (1971). Insecticide resistance in arthropods. In *World Health Organization Monograph Series Geneva, World Health Organization*. (38): 491.

Büchs, W. (2003). Biodiversity and agrienviromental indicators - general scopes and skills with special reference to the habitat level, pp. 35-78. In: Wolfgang Büchs (Ed.). *Biotic indicators for biodiversity and sustainable agriculture*. Agriculture Ecosystems and Environment. Special Issue. Elsevier 98.

BugGuide. (2003). Identification, Images & Information. Iowa State University. Department of Entomology. Consultado: 28/02/2020 en <https://bugguide.net/node/view/15740>

Camargo-García, J., Dossman, M., Rodríguez, J., Arias, L., Galvis-Quintero, J. (2012). Cambios de las propiedades del suelo, posteriores a un incendio en el Parque Nacional Naturales de los Nevados, Colombia. *Acta agronómica*. 61(2): 151-165.

Cañas, R., Chamorro, W. (2017). Caracterización de la biodiversidad de insectos asociados al cultivo de lechuga bajo producción orgánica y convencional. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. Cañas,

Capra, F. (1998). *La trama de la vida*. Barcelona.

Castillo, L., De La Cruz, E. & Ruepert, C. (1997). Ecotoxicology and pesticides in tropical aquatic ecosystems of central america. *Environmental toxicology and chemistry*. 16(1): 41-51.

Celi, J., Terneus, E., Torres, J., Ortega, M. (2004). Diversidad de escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeinae) en una gradiente altitudinal en la Cordillera del Cutucú, Mora Santiago, Amazonía ecuatoriana. *Lyonia* (15): 2-16.

Chará-Serna, M., Chará, J., Zúñiga, C., Pedraza, X., Giraldo, OP. (2010). Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana. *Univ. Sci.* 15(1): 27–36.

CIAT. (2002). Agrobiodiversity conservation: Keeping the options alive. CIAT in Focus.

Clavijo, N. (2013). *Entre la agricultura convencional y la agroecología. El caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el municipio de Silvania*. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.

Cloyd, R., Dickinson, A. (2006). Effect of insecticides on mealybug destroyer (Coleoptera: Coccinellidae) and parasitoid *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae), natural enemies of citrus mealybug (Homoptera: Pseudococcidae). *Journal of economic entomology*. 99(5):1596–1604.

Colwell, R. K. y D. J. Futuyma. (1971). On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*. 52(4): 567-576.

Corpoica, (2007). *Manual técnico de capacitación para la preparación, uso, manejo y certificación de productos para una agricultura ecológica*. AGROSAVIA. Ecuador.

Costas, G. (2014). Qué es la biodiversidad y tipos. Consultado en 18/04/2020: <http://cienciaybiologia.com/biodiversidad>

Crespo-Pérez, V., Dangles, O., Ibarra, C., Espinosa, R., Andino, P., Jacobsen, D., Cauvy-Fraunié, S. (2019). Functional structure and diversity of invertebrate communities in a glacierised catchment of the tropical Andes. Ecuador. *Freshwater Biology*. 1:15

Crow, J. (1960). Genetics of insecticide resistance: general considerations. *Miscellaneous Publication of the Entomological Society of America* (2): 69-74.

Cuéllar-Padilla, M. y Calle-Collado, A. (2011). “Can we find solutions with people? Participatory action research with small organic producers in Andalusia”. *Journal of Rural Studies*. (27):372-383.

Cummins, W. (1973). Trophic relations of aquatic insects. *Annu. Rev. Entomol.* (18):183–206.

Cummins, W., Klug, J. (1979). Feeding ecology of stream invertebrates. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* (10):147–172.

Cummins, W., Merritt, W., Andrade, P. (2005). The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in southeast Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 40(1):71–90.

Cutz-Pool, L. & Virginia, V. (2013). Arañas (Arachnida: Araneae) de la reserva “Los Huiros” del ejido Tres Garantías, Quintana Roo, capturadas mediante dos técnicas de recolecta. 89:94.

de los Santos, M., Zapperi, P. (2009). *El cambio climático y sus implicancias territoriales en Machachi*. CEPEIGE. Ecuador.

Dellepiane, A., Sarandón, S. (2008). Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología.* 3(3): 67-78.

Deloya, C., Parra, V., Delfín, H. (2007). Fauna de coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al Bosque Mesófilo de Montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotrop Entomol* (36): 5-21.

Diamond, J. (2006). *Colapso. Porqué unas sociedades perduran y otras desaparecen*. Ed. Random House Mondadori. Viking. Colombia.

El Comercio. (2016). 32 lugares son el paraíso de los productores agroecológicos. Consultado 05/02/2019. <https://www.elcomercio.com/.../lugares-paraíso-productos-agroecologicos-quito.html>

Estrada A. & Coates-Estrada R. (1991). Howler monkey (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: Ecological interactions in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Journal of Tropical Ecology*. 7(3): 459-474.

ETC Group (2009), “Who will feed us? Questions for the food and climate crisis”, ETC Group Communique #102.

Ewel, J., Madriz, A., & Tosi Jr, A. (1968). *Zonas de vida de Venezuela: Memoria explicativa sobre el mapa ecológico*. Ministerio de Agricultura y Cria, Dirección de Investigación.

Fagundes, C., Di Mare, R., Wink, C. & Manfio, D. (2011). Diversity of the families of Coleoptera captured with pitfall traps in five different environments in Santa Maria, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. (71): 381-390.

Feber, R., Firbank, P., Johnson & Macdonald. (1997). The effects of organic farming on pest and non-pest butterfly abundance. *Agric. Ecosyst. Environ.* (64): 133-139.

Ferré, J., Ruis, X. (2002). *Introducción al diseño estadístico de experimentos*. Técnicas de Laboratorio. España.

Ferrer-París, J. (2014). El escarabajo estercolero africano, *Digitonthophagus gazella*, (Coleoptera: Scarabaeidae), en la región Neotropical, ¿beneficioso o perjudicial? *Boletín de la Red Latinoamericana para el Estudio de Especies Invasoras*. 4(1): 41-48.

Ferro, M., Thayer, M., Newton, A., Park, J. (2013). *Key to North American Staphylinidae Subfamilies*. United State.

Flores, M., Grande, B., Bolaños, J., Gonzáles, B. (2017). Diagnóstico participativo para la disminución del uso de agroquímicos en la delegación Xochimilco. TEPEXI Boletín Científico De La Escuela Superior Tepeji Del Río. 4(8).

Flowers, R. W. y P. E. Hanson. (2003). *Leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) diversity in eight Costa Rican habitats*. Pensoft Publishers. Costa Rica.

Food and Agriculture Organization – FAO. (2016). The world of organic agriculture. Switzerland: IFOAM; Consultado 23/09/2020 en www.shop.fibl.org/chen/mwdownloads/download/link/id/747/

Food and Agriculture Organization – FAO. (2018). Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030: Informe resumido. Departamento Económico y Social – FAO. Consultado 05/09/2020 en <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s09.htm>

Food and Agriculture Organization – FAO. (2018). Agroecología. Consultado 05/09/2020 en www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/

García, R., Armbrrecht, I. Ulloa-Chacón, P. (2001). Staphylinidae (Coleoptera): Composición y mirmecofilia en bosques relictuales de Colombia. Folia Entomol. Mex. 40(1): 1-10.

García., J. (1998). Intoxicaciones agudas con plaguicidas: Costos humanos y económicos. Rev. Panam. Salud Publica/ Pan Am. J Pub. Health. (4): 383–385.

Geertz, C. (1991). *La interpretación de las culturas*. Editorial Gedisa. Barcelona.

Georghiou, G., Lagunas-Tejada, A. (1991). *The occurrence of resistance to pesticides in arthropods*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Italia.

Giraldo, O. (2015). Agroecología y complejidad. Acoplamiento de la técnica a la organización ecosistémica. *Polis Revista Latinoamericana*. 14 (41): 277-301.

Giraldo, O. F. (2013). Hacia una ontología de la Agri-Cultura en perspectiva del pensamiento ambiental”. *Polis Revista Latinoamericana*. (34): 95-115.

Gliessman, S. (1998). *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*. Lewis Publishers. United States.

Gliessman, S. (2002). *Agricultura: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. LITOCAT. Costa Rica.

Gobbi, M., Barragán, Á., Brambilla, M., Moreno, E., Pruna, W., & Moret, P. (2018). Hand searching versus pitfall trapping: how to assess biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in high altitude equatorial Andes? *Journal of Insect Conservation*.

Gobbi, M., Rossaro, B., Vater, A., De Bernardi, F., Pelfini, M., Brandmayr, P. (2007). Environmental features influencing carabid beetle (Coleoptera) assemblages along a recently ice-free area in the Alpine region. *Ecol Entomol*. (32): 682–689.

Grain, (2013). “*Commentary IV: Food, Climate Change and Healthy Soils: The Forgotten Link*”, *Trade and environment review 2013. Wake up before it is too late*, Genova. UNCTAD. United States.

Griffon D. (2008b). Lo pequeño es hermoso: Una alternativa para la solución de la crisis agrícola. [publicación en línea]. Disponible desde Internet en: <<http://desarrollo.ecoportal.net/content/view/full/78989>

Griffon, D. (2008). Estimación de la Biodiversidad en Agroecología. Venezuela. Agroecología. (3): 25-31.

Gurr, G.M., Wratten, S.D. & Luna, J. (2003). Multi-functional agricultural biodiversity: pest management and other benefits. Basic and Applied Ecology. (4):107-116

Gurr, G.M., Wratten, S.D., Altieri M.A. (2004). *Ecological engineering for pest management. Advances in hábitat manipulation for artropods*. CSIRO. Australia.

Henao, S., Arbelaez, M. (2002). Situación epidemiológica de las intoxicaciones agudas por plaguicidas en el Istmo Centroamericano, 1992–2000. OPS/OMS. En: Boletín Epidemiológico, 23.

Hickman, C. P., Roberts, L. S., Keen, S. L., Larson, A., Panson, H. and Eisenhour, D. J. (2008). *Principios Integrados de Zoología*. McGraw-Hill. Estados Unidos.

Huston, M. (1994). Biological diversity: *The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press. United Kingdom.

INAMHI. (2012). Anuario metereológico. Consultado 05/02/2021 <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wpcontent/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>

Intriago, R., Gortaire, R. (2016). Agroecología en Ecuador. Proceso histórico, logros y desafíos. Agroecología. 11(2): 95-103.

Jiménez, E. (2009). Manejo Integrado de plagas. Managua. Estados Unidos.

Johnson, N., Borror, D., (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Cengage Learning. United States.

Kohlmann, B. (1994). A preliminary study of the invasion and dispersal of *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) in México (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana*. (61): 35-42.

Lamuret, P., Martínez, I. (2005). El impacto de productor veterinarios sobre insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en pastizales. *Acta Zoológica Mexicana*. (21): 137-148.

Landen, R. (1996). Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *JSTOR*. 76(1): 5-13.

Lawrence, F., & Stribling, B. (1992). A new genus of Ptilodactylidae (Coleoptera: Elateriformia) from north queensland, with description of the presumed larva. *Australian Journal of Entomology*. 31(1): 19-27.

Lees, C., Peres, C. (2008). Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. *Conserv. Biol.* (22): 439-449.

Leff, E. (2004), *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI Editores, México D.F.

Leibold, M. A. (1995). The niche concept revisited: mechanistic models and community context. *Ecology*. 76 (5): 1371-1382.

Leiva, C. (2014). *La Agricultura y la Ciencia*. Chile .32(3).

León, T.E. (2014). *Perspectiva ambiental de la Agroecología. La ciencia de los Agroecosistemas. Universidad Nacional de Colombia. IDEA. Colombia.*

Linzmeier, A. M., Ribeiro-Costa, C. S. y R. C. Marinoni. (2006). Fauna de Altícini (Newman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) em diferentes estágios sucessionais na Floresta com Araucária do Paraná, Brasil: diversidade e estimativa de riqueza de espécies. *Revista Brasileira de Entomologia. 50(1): 101-109.*

Lobo, J., Halfpter, G. (2000). Biogeographical and ecological factors affecting the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea): a comparative study. *Ann Entomol Soc Am (93): 115-126.*

Luna, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa. (37): 385-408.*

Mace, M., Baillie, M. (2007). The 2010 biodiversity indicators: challenges for science and policy. *Conservation Biology. (21): 1406-1413.*

MacLaughlin, A., Mineau, P. (1995). The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment. 55(3): 201-212*

Magurra, A. (2004). *Measuring Biological Diversity.* Blackwell Publishing. Australia.

Manifestación agroecológica. (2014). Proyecto: Masificación de la agroecología. Consultado: 17/09/2020 <https://www.ecosur.mx/masificacion-agroecologia/>

Mariaca, R. (2010), “La agrobiodiversidad: ¿sabemos cuántas plantas se cultivan y cuántos animales se crían en el sureste de México?”, *Ecofronteras. (40):10-13.*

Martínez, C., Bravo, I., Martín, F. (2014). Influencia del cambio de uso de suelo en almacenamiento de carbono de ecosistemas altoandinos. *Suelos Ecuatoriales*. 44(1): 29-34.

Melnychuk, N., Olfert, B., Youngs & Gillott. (2003). Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* (95): 69-72.

Michie, M. G. (1982). Use of the Bray-Curtis similarity measure in cluster analysis of foraminiferal data. *Journal of the International Association for Mathematical Geology*. 14(6): 661–667.

Minga, N. (2016). *Aportes de la Agroecología campesina: Casos en la Sierra Sur del Ecuador*. Ecuador.

Montico, S., Di Leo, N. (2015). Riesgo ambiental por pesticidas en una cuenca del sur de la provincia de Santa Fe, Argentina. *Revista internacional de contaminación ambiental*. 31(2): 165 – 172.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T– Manuales y Tesis SEA. Consultado 02/03/2020 www.entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf

Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E., y Pavón, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: Alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Rev. Mex. Biodiv.* 82(4): 1249-1261.

Mouchet, M., Guilhaumon, F., Villéger, S., Manson, N., Tomasini, J-A., Mouillot, D. (2008). *Towards a consensus for calculating dendrogram-based functional diversity indices*. doi.org/10.1111/j.0030-1299.2008.16594.x

Mumby, P. J. (2001). Beta and habitat diversity in marine systems: a new approach to measurement, scaling and interpretation. *Oecologia*, *128*(2): 274–280.

Murillo-Ramos, L., Ayazo, R., Medina, C. (2016). Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en un remanente ribereño y un fragmento de bosque húmedo tropical de Córdoba, Colombia. *Ecología Austral*. (26): 17-26.

Navarrete-Heredia, J., Newton, A., Thayer, M., Ashe, J., Chandler, D. (2002). *Guía ilustrada para géneros de Staphylinidae (Coleóptera) de México*. Universidad de Guadalajara. México.

Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos. Un enfoque agroecológico*. Universidad de Antioquia. Colombia.

Nicholls, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezquita, S. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeidae dung beetles. *Biol. Conserv.* *141*: 1461-1474.

Novotny, V., Miller, S., Baje, L., Balagawi, S., Basset, Y., Cizek, L., Craft, K., Dem, F., Drew, R., Hulcr, J., Leps, J., Lewis, O., Pokon, R., Stewart, A., Samuelson, A., Weiblen, G., (2010). Guild-specific patterns of species richness and host specialization in plant-herbivore food webs from tropical forest. *Journal of Animal Ecology*. (79): 1193-1203.

NRC (National Research Council). (2002). *Riparian areas: functional and strategies for management*. National Academy Press. United States.

Odum, E. (1986). *Ecología. La Habana*. Edición Revolucionaria. Cuba.

Pagola-Carte, S., Zabalegui, I., Recalde, J., San Martín, A., Bahillo, P., Petitpierre, E. (2007). Algunos coleópteros interesantes (Insecta: Coleoptera) del Parque Natural de Aiako Harria (Gipuzkoa, norte de la Península Ibérica). *Heteropterus Revista de Entomología*. 7(1): 77-90.

Pérez, M. (2010). *Sistema Agroecológico Rápido de Evaluación de Suelo y Salud de los Cultivos*. SENA. Colombia.

Pimentel, D. (1996). Green revolution agriculture and Chemicals Hazards. *The Science of total Environment*. (188): 586-598

PNUMA. (2002). *Declaración de Cancún del grupo de países megadiversos afines*. Cancún. México.

Pulido, A. (2007). *Estadística para la Biología y Ecología*. Universidad de Bogotá. Colombia.

Pulliam, H. R. (2000). On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*. (3): 349- 361.

Ramírez, A. (2005). *Ecología aplicada. Diseño y análisis estadístico*. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.

Richards, P.D., Myers, R.J., Swinton, S.M. & Walker, R.T. (2012). Exchange Rates, Soybean Supply Response, And Deforestation in South America. *Global Environ Change*. (22): 454–462.

Sala, O., Chapin, F., Armesto, J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Sanwald, E., Huenneke, L., Jackson, R., Kinzig, A., Lemmans, R., Lodge, D., Mooney, H., Oesterheld,

M., Poff, N., Sykes, M., Walkerm, B., Walker, M., Wall, D. (2012). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science AASS*. (287): 1770-1774.

Salazar, M., Rivadeneira, J., Minga, N. (2010). *Conservando la agrobiodiversidad. Lo que debemos saber para inventariar la agrobiodiversidad*. Quito: Progressio-CEA. Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología CEA. Ecuador.

Salazar, M., Vallejo, F., Salazar, F. (2019). *Inventarios e índices de diversidad agrícola en fincas campesinas de dos municipios del Valle del Cauca*. DOI: 10.18041/1900-3803/entramado.2.5744

Sánchez, J., Rubiano, Y. (2015). Procesos específicos de formación en andisoles, alfisoles y ultisoles en Colombia. *Revista EIA*. (12): 85-97.

Santos, A., Montes, C., Ramírez-Díaz, L. (1982). Un nuevo diseño de trampa de caída para el estudio de poblaciones de coleópteros terrestres de superficie. *Mediterránea Ser. Bio*. (6): 93-99.

Schauff, E. (1993). *Collecting and Preserving Insects and Mites: Techniques and Tools*. USDA Systematic Entomology Laboratory. United States.

SOCLA. (2018). Consultado 15/09/2018 <https://www.socla.co/>

Solano, M., Molina, V., Dueñas, D. (2017). Evaluación de dos índices de diversidad para definir sustentabilidad biológica en una finca agrícola, del cantón Urdaneta. Ecuador. (1): 25-35.

Sole, R., Manrubia, S. (1996). *Orden y Caos en Sistemas Complejos*. Barcelona: Politex. UPC. España.

Solís, A. (2007). *Métodos y Técnicas de Recolección para Coleópteros Scarabaeoideos*. Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica.

Steinfeld, H., Gerber T., Wassenaar V., Castel M. Rosales & De Haan C. (2006). *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Italia.

Stribling, B. (1986). Revision of *Anchytarsus* (Coleoptera: Dryopoidea) and a key to the New world genera of Ptilodactylidae. *Annals of the Entomological Society of America*, (79): 219-234.

Sulaiman, S., Omar, B., Omar S., Jeffery, J., Ghauth, I., Busparani, V. (1990). Survey of microhymenoptera (Hymenoptera: Chalcidoidea) parasitizing filth flies (Diptera: Muscidae, Calliphoridae) breeding in refuse and poultry farms in peninsular Malaysia. *Journal of medical entomology*. 27(5): 851-855.

Tampucci, D., Gobbi, M., Cabrini, E., Compostella, C., Marano, G., Pantini, P. (2015). Plant and arthropod colonization of a glacier foreland in a peripheral mountain range. *Biodiversity*. (16): 213–223.

Toledo, E. (2008). *La cosecha “en verde” y conservación in situ de los residuos de la caña de azúcar (Sac-charum spp.)*. Impacto en la sostenibilidad y restauración del agroecosistema en Huixtla, México. PhD. INCA. La Habana.

Tomanova, S., Tedesco, A. (2007). Tamaño corporal, tolerancia ecológica y potencial de bioindicación de la calidad del agua de *Anacroneuria* spp. (Plecoptera: Perlidae) en América del Sur. *Biología Tropical* (55):67–81.

Toro H. G., Chiappa E. T. y Tobar C. M. (2009). *Biología de Insectos*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Chile.

Valencia, R., C. Cerón, W. Palacios & R. Sierra. (1999). Las Formaciones Naturales de la Sierra del Ecuador. En: R. Sierra (ed.). *Propuesta preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. Ministerio del Medio Ambiente, Proyecto INEFAN/GEF-BIRF. EcoCiencia. Quito.

Varela, F. (2000). *El fenómeno de la vida*. Dolmen Ediciones, Santiago de Chile

Varela, F., Thompson, E. & Rosch, E. (1997). *De cuerpo presente. Las ciencias cognitivas y la experiencia humana*. Gedisa. España.

Varela, L. A., Ron, S. R. (2018). Geografía y clima del Ecuador. BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en <<https://bioweb.bio/geografiaClima.html>>

Vargas-Batis, B., Mendoza-Bentacourt, E., Escobar-Perea., Y. Gonzáles-Pozo, L., Rizo Zalazar, L., Salvo, A. (2007). *Entomofauna Asociada a Cultivos Hortícolas Orgánicos y Convencionales en Córdoba, Argentina*. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Vicente, J. (2007). *Introducción al análisis de cluster*. Universidad de Salamanca. España.

Villada-Bedoya, S., Triana-Moreno, L. A., & Gomes-Dias, L. (2017). Grupos funcionales alimentarios de insectos acuáticos en quebradas andinas afectadas por agricultura y minería. *Caldasia*, 39(2), 370–387.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de*

biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia.

Viñolas, A., Miralles-Nuñez, A., Necochea, A. (2020). Primeros datos sobre la presencia de *Ptilodactyla exótica* Chapin, 1927 en la Península Ibérica (Coleoptera, Ptilodactylidae). *Revista gaditana de Entomología*. (XI): 93-98.

Yule, M. (1996). Trophic relationships and food webs of the benthic invertebrate fauna of two aseasonal tropical streams in Bougainville Island, Papua New Guinea. *J. Trop. Ecol.* (12): 517–534

Zalazar, L., Salvo, A. (2007). Entomofauna Asociada a Cultivos Hortícolas Orgánicos y Convencionales en Córdoba, Argentina. *Neotropical Entomology* 36(5): 765 – 773.

Zhang, Z. Q. (2013). Phylum Arthropoda. In *Animal Biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* (Adenda 2013). *Zootaxa*. 1:82.

Zimmerer, K. (2003). “Geographies of Seed Networks for Food Plants (Potato, Ulluco) and Approaches to Agrobiodiversity Conservation in the Andean Countries”. *Society & Natural Resources*, vol. 16:(7) 583-601.

Zribi, W., Faci, J., Aragüés, R. (2011). Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. *Información Técnica Económica Agraria*. 107(2): 148-162.

Zubcoff, J. (2012). *ANOSIM. Analysis of similarities*. Estadística Aplicada. España.

9. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta realizada a los agricultores que tienen un manejo agroecológico en sus predios.

NOMBRE AGRICULTOR:	CÓDIGO:	FECHA:
<p>¿Dispone de agua de riego su predio?</p> <p>¿Con que alimenta al suelo? (que tipo de abono – abono fresco o seco)</p> <p>¿De dónde proviene la semilla que usted utiliza?</p> <p>¿Qué cultivos siembra comúnmente en su predio?</p> <p>¿Qué tipo de especies animales tiene comúnmente en su predio?</p> <p>¿Usa agroquímicos? Si _____ No _____</p> <p>Si es afirmativa, que tipo, nombre y categoría usa</p> <p>¿Como considera que es el apoyo de las instituciones públicas de desarrollo agrícola?</p> <p>¿Ha recibido usted apoyo de instituciones públicas para mejorar su producción?</p> <p>¿Usted es el dueño del terreno?</p> <p>¿Cuál es el tamaño de su predio?</p> <p>¿Qué significado tiene para usted la producción agroecológica?</p> <p>¿Hace cuánto tiempo comenzó a trabajar su tierra con prácticas agroecológicas?</p> <p>¿Cree usted que las normas, reglamentos garantizan la certificación agroecológica?</p> <p>¿Por qué acepta seguir con la producción agroecológica?</p> <p>¿Realiza obras de conservación de suelos en aquellos lugares con más del 30% de pendiente?</p> <p>¿Realiza rotaciones de cultivos? (descanso de suelo)</p> <p>¿De lo que siembra, que productos son consumidos en la familia?</p> <p>¿Qué productos vende o comercializa? ¿Cuántos?</p> <p>¿En qué lugares sale a vender los productos? ¿En cuántos lugares?</p> <p>Aproximadamente, ¿Cuánto obtiene de ingresos por la venta de los productos?</p> <p>¿Participa en redes de intercambio de experiencias?</p> <p>¿Participa usted en el cuidado y conservación de los bienes comunitarios, como protección de fuentes de agua, del páramo, bosques?</p>		

Anexo 2. Encuesta realizada a los agricultores que tienen un manejo convencional en sus predios.

NOMBRE AGRICULTOR:	CÓDIGO:	FECHA:
<p>¿Dispone de agua de riego su predio?</p> <p>¿Con que alimenta al suelo? (que tipo de abono – abono fresco o seco)</p> <p>¿De dónde proviene la semilla que usted utiliza?</p> <p>¿Qué cultivos siembra comúnmente en su predio?</p> <p>¿Qué tipo de especies animales tiene comúnmente en su predio?</p> <p>¿Usa agroquímicos? Si _____ No _____</p> <p>Si es afirmativa, que tipo, nombre y categoría usa</p> <p>¿Como considera que es el apoyo de las instituciones públicas de desarrollo agrícola?</p> <p>¿Ha recibido usted apoyo de instituciones públicas para mejorar su producción?</p> <p>¿Usted es el dueño del terreno?</p> <p>¿Cuál es el tamaño de su predio?</p> <p>¿Realiza obras de conservación de suelos en aquellos lugares con más del 30% de pendiente?</p> <p>¿Realiza rotaciones de cultivos? (descanso de suelo)</p> <p>¿De lo que siembra, que productos son consumidos en la familia?</p> <p>¿Qué productos vende o comercializa? ¿Cuántos?</p> <p>¿En qué lugares sale a vender los productos? ¿En cuántos lugares?</p> <p>Aproximadamente, ¿Cuánto obtiene de ingresos por la venta de los productos?</p> <p>¿Participa en redes de intercambio de experiencias?</p> <p>¿Participa usted en el cuidado y conservación de los bienes comunitarios, como protección de fuentes de agua, del páramo, bosques?</p> <p>¿Cuántas veces utiliza los agroquímicos en su cultivo?</p> <p>¿Cuánto gasta en los agroquímicos?</p> <p>¿Tiene fincas cercanas a la suya que usan agroquímicos?</p>		

Anexo 3. Encuesta por observación directa del encuestador

NOMBRE AGRICULTOR:	CÓDIGO:	FECHA:								
<p>¿En qué estado se encuentra la vivienda?</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">(1)</th> <th style="width: 25%;">(2)</th> <th style="width: 25%;">(3)</th> <th style="width: 25%;">(4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">muy mala</td> <td style="text-align: center;">sin terminar, deteriorada, piso de tierra</td> <td style="text-align: center;">sin terminar o deteriorada</td> <td style="text-align: center;">de material terminada</td> </tr> </tbody> </table>			(1)	(2)	(3)	(4)	muy mala	sin terminar, deteriorada, piso de tierra	sin terminar o deteriorada	de material terminada
(1)	(2)	(3)	(4)							
muy mala	sin terminar, deteriorada, piso de tierra	sin terminar o deteriorada	de material terminada							
<p>Cobertura vegetal con fines de conservación del suelo en el predio</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">(1)</th> <th style="width: 25%;">(2)</th> <th style="width: 25%;">(3)</th> <th style="width: 25%;">(4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">menos del 25%</td> <td style="text-align: center;">25 a 49%</td> <td style="text-align: center;">50 - 74%</td> <td style="text-align: center;">Más del 75%</td> </tr> </tbody> </table>			(1)	(2)	(3)	(4)	menos del 25%	25 a 49%	50 - 74%	Más del 75%
(1)	(2)	(3)	(4)							
menos del 25%	25 a 49%	50 - 74%	Más del 75%							
<p>Biodiversidad espacial del predio</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">(1)</th> <th style="width: 25%;">(2)</th> <th style="width: 25%;">(3)</th> <th style="width: 25%;">(4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Baja diversificación de cultivos, predominado el monocultivo</td> <td style="text-align: center;">Mediana diversificación, sin sistemas agroforestales</td> <td style="text-align: center;">Mediana diversificación, con sistemas agroforestales en parte del predio</td> <td style="text-align: center;">Alta diversificación, de cultivos y con sistemas agroforestales en todo el predio</td> </tr> </tbody> </table>			(1)	(2)	(3)	(4)	Baja diversificación de cultivos, predominado el monocultivo	Mediana diversificación, sin sistemas agroforestales	Mediana diversificación, con sistemas agroforestales en parte del predio	Alta diversificación, de cultivos y con sistemas agroforestales en todo el predio
(1)	(2)	(3)	(4)							
Baja diversificación de cultivos, predominado el monocultivo	Mediana diversificación, sin sistemas agroforestales	Mediana diversificación, con sistemas agroforestales en parte del predio	Alta diversificación, de cultivos y con sistemas agroforestales en todo el predio							
<p>Sí tiene animales, cuanto del espacio del predio ocupan</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">(1)</th> <th style="width: 25%;">(2)</th> <th style="width: 25%;">(3)</th> <th style="width: 25%;">(4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">menos del 25%</td> <td style="text-align: center;">25 a 49%</td> <td style="text-align: center;">50 - 74%</td> <td style="text-align: center;">Más del 75%</td> </tr> </tbody> </table>			(1)	(2)	(3)	(4)	menos del 25%	25 a 49%	50 - 74%	Más del 75%
(1)	(2)	(3)	(4)							
menos del 25%	25 a 49%	50 - 74%	Más del 75%							
<p>Observaciones varias:</p> <p>·</p> <p>·</p> <p>·</p> <p>·</p>										



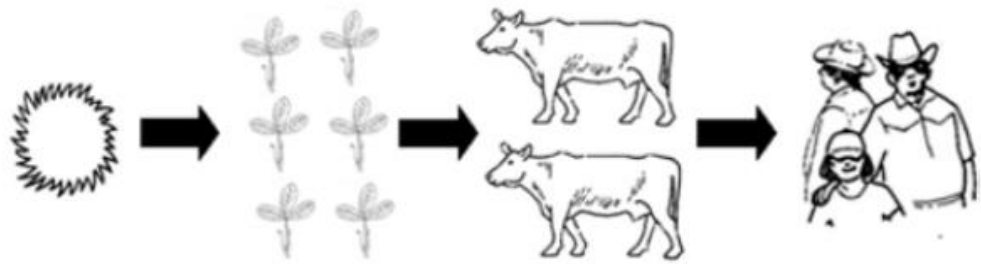
Anexo 4a. Recolección de trampas de barrido con red entomológica.



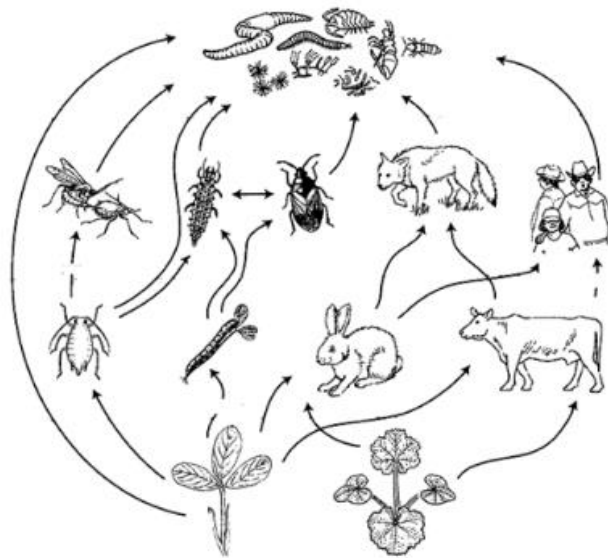
Anexo 4b. Recolección de trampa pitfall o de caída.



Anexo 4c. Limpieza de muestras posterior a las recolectas de campo



Anexo 5. Cadena trófica lineal (Griffon, 2008).



Anexo 6. Cadena trófica no lineal (Griffon, 2008).