

**ESTUDIO DE LA ENTOMOFAUNA BENÉFICA ASOCIADA A SISTEMAS
SILVOPASTORILES Y TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN LECHERA EN
BOYACÁ, COLOMBIA**

MARÍA CAMILA AMAYA GUZMÁN

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial para optar al título de:

Bióloga

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

Bogotá D.C. Colombia

Noviembre de 2014

**ESTUDIO DE LA ENTOMOFAUNA BENÉFICA ASOCIADA A SISTEMAS
SILVOPASTORILES Y TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN LECHERA EN
BOYACÁ, COLOMBIA**

MARÍA CAMILA AMAYA GUZMÁN

CONCEPCIÓN JUDITH PUERTA BULA Ph.-D.

Decana Académica Facultad de Ciencias

ANDREA PATRICIA FORERO

Directora Carrera de Biología Facultad de Ciencias

**ESTUDIO DE LA ENTOMOFAUNA BENÉFICA ASOCIADA A SISTEMAS
SILVOPASTORILES Y TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN LECHERA EN
BOYACÁ, COLOMBIA**

MARÍA CAMILA AMAYA GUZMÁN

Dimitri Forero Ph.D.

Director

Nancy del Carmen Barreto Triana Ph.D.

Jurado

NOTA DE AVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución No 13 de Julio de 1946

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por los alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al Dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien sea en ellas el anhelo de buscar la Verdad y la Justicia”

*A mi primita Lalis,
Quien dejo este mundo demasiado rápido
pero no sin antes luchar por su vida y dejar su legado.
Me enseñó a sonreír sin importar las circunstancias.*

AGRADECIMIENTOS

A los que hicieron este sueño realidad y a quien les debo lo que soy, Mi mamá y mi papá.

A mi familia y en especial a mis abuelitos quienes me apoyaron y forjaron este camino conmigo.

A quien le tengo gran respeto y gratitud por abrirme las puertas del laboratorio y guiarme al maravilloso mundo de los insectos. Además de ser un gran amigo, quien con su conocimiento y experiencia, me apoyó en el desarrollo de este trabajo, Dimitri Forero.

A Nancy Barreto por confiar en mí y suministrar la información necesaria para el desarrollo del proyecto. Al igual que a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Corpoica por el personal de apoyo: Juan Carlos, Pablo, Johanna, Camilo y Yajaira. A ellos gracias por su colaboración y disposición.

Al grupo Élitros, mi segunda familia. Quiero darle inmensas gracias por sus aportes tanto académicos como personales a lo largo de mi paso por el laboratorio de Entomología.

A Sergio Vargas por su inmensa paciencia, sugerencias, cariño y apoyo.

A mis amigos y a las personas que aportaron en mi vida durante estos magníficos 5 años de Universidad.

| <u>Tabla de contenido</u> | <u>Pág.</u> |
|--|--------------------|
| 1. Lista de Figuras y Tablas | 8 |
| 2. Resumen | 9 |
| 3. Introducción | 10 |
| 4. Justificación Planteamiento del Problema | 11 |
| 5. Marco Teórico | 12 |
| 5.1. Ganadería en Colombia | 12 |
| 5.2. Sistemas de producción Tradicionales y Silvopastoriles..... | 12 |
| 5.3. Complejo de chinches de los pastos | 14 |
| 5.4. Insectos benéficos | 14 |
| 6. Objetivos | 17 |
| 6.1. Objetivo General | 17 |
| 6.2. Objetivos Específicos..... | 17 |
| 7. Metodología | 17 |
| 7.1. Área de Estudio | 17 |
| 7.2. Diseño experimental | 19 |
| 7.3. Análisis estadísticos | 20 |
| 7.3.1. Curvas de acumulación de especies | 20 |
| 7.3.2. Índice de similitud de Bray-Curtis | 21 |
| 7.3.3. Prueba T para muestras Independientes | 21 |
| 8. Resultados | 21 |
| 8.1. Abundancia y Riqueza | 23 |
| 8.2. Curvas de acumulación de especies e Índice de Similitud | 28 |
| 8.3. Prueba T para muestras independientes | 30 |
| 8.3.1. Abundancia por Sistema | 30 |
| 8.3.2. Abundancia por Temporada..... | 30 |
| 8.3.3. Riqueza por Sistema..... | 31 |
| 8.3.4. Riqueza por Temporada | 31 |
| 8.4. Días de Recuperación..... | 31 |
| 9. Discusión | 32 |
| 10. Conclusiones | 37 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 11. Recomendaciones | 38 |
| 12. Bibliografía | 39 |
| 13. Anexos | 43 |

1. Lista de Figuras y Tablas

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Abundancia de insectos benéficos por orden para ambas temporadas..... | 24 |
| Figura 2. Riqueza de insectos benéficos por orden para ambas temporadas..... | 26 |
| Figura 3. Morfoespecies totales encontradas por orden en cada finca..... | 27 |
| Figura 4. Recuento de abundancia y riqueza total por sistema de producción..... | 28 |
| Figura 5. Dendrograma de Bray-Curtis..... | 30 |

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Principales grupos de insectos depredadores y parasitoides que participan en el control biológico de plagas agrícolas..... | 15 |
| Tabla 2. Días de Recuperación, promedio de la Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) para las 3 fincas, ambas temporadas y sistemas de producción..... | 19 |
| Tabla 3. Resumen de los grupos benéficos totales encontrados en el muestreo..... | 22 |
| Tabla 4. Abundancia y riqueza expresadas por orden para cada temporada..... | 23 |
| Tabla 5. Abundancia encontrada para ambas temporadas teniendo en cuenta todas las metodologías..... | 25 |
| Tabla 6. Riqueza de morfoespecies encontradas para las 2 temporadas teniendo en cuenta todas las metodologías..... | 27 |
| Tabla 7. Morfoespecies totales encontradas por orden en cada finca y sus totales..... | 27 |
| Tabla 8. Días de recuperación relacionando su riqueza y abundancia según finca, tipo de sistema y temporada..... | 32 |

2. RESUMEN

El pasto ofrece alimento para los animales y se ha visto comprometido por el complejo de chinches de los pastos pertenecientes a la Familia Miridae, tribu Stenodemini donde predomina *Collaria scenica* (Stal, 1859) ocasionando pérdidas en la producción lechera y alto uso de insecticidas para su control en las pasturas. El sistema silvopastoril propone una alternativa de producción sostenible y aumento de forraje. El cambio de un sistema tradicional a un sistema silvopastoril de producción láctea, pretende generar mayor producción lechera al disminuir las plagas por medio de arreglos de especies arbóreas e incrementar así la diversidad biológica potencialmente benéfica. Se realizaron tres métodos de muestreo en ambos sistemas: trampas Malaise, jameo rastrero y golpeteo. Se encontraron 3772 individuos donde se incluyen 43 morfoespecies distribuidos en 17 familias benéficas pertenecientes 6 órdenes, donde el orden Hymenoptera y Coleoptera se destacaron con 14 morfoespecies cada una, seguido de Diptera (6), Hemiptera (4), Odonata (3) y Neuroptera con 2 morfoespecies. Para la diversidad en términos de abundancia y riqueza contrastándolo con el tipo de sistema (tradicional o silvopastoril) y la temporada de muestreo, no se lograron distinguir diferencias significativas que afectasen la abundancia dependiendo del sistema pero si existe una diferencia en cuanto a la temporada. Para la riqueza no existieron diferencias significativas al comparar con el sistema de producción o con la temporada. Con estos resultados se pudo evidenciar que no existe correlación clara que explique cuál variable (tipo de sistema o días de recuperación) explica la variación de los datos.

3. INTRODUCCIÓN

Boyacá se caracteriza por ser una de las regiones con mayor producción de leche y carne en Colombia y sus cifras dependen de la intensidad de pastoreo y las condiciones ambientales que presente. La ganadería bovina sigue manteniendo una gran importancia en el desarrollo socioeconómico del país, representando el 88% de la superficie agropecuaria nacional y el cual conserva una participación cercana al 5% en el Producto Interno Bruto (PIB) total nacional, 25% en el PIB agropecuario y 60% en el del sector pecuario, generando un número significativo de empleos rurales (Mahecha *et al.* 2002).

El desarrollo de la producción bovina se lleva a cabo en áreas de pasturas dedicadas a la producción de leche denominado sistema tradicional (ST). El sistema tradicional de ganadería ha resultado efectivo y es utilizado desde los inicios de la ganadería, pero en los últimos años se ha visto afectado por plagas como el complejo de chinche de los pastos pertenecientes a la familia Miridae, tribu Stenodemini, que se caracterizan por ser fitófagas y alimentarse principalmente de gramíneas de la familia Poaceae.

Este complejo de chinches afecta significativamente las praderas dedicadas a la ganadería de leche en las regiones del Nororiente Antioqueño y el Altiplano Cundiboyacense donde se encuentran principalmente las especies *Collaria oleosa* (Distant, 1883) y *Collaria scenica* (Stal, 1859) (Barreto 2013). Se consideran plagas secundarias a *Stenodema andina* Carvalho, 1975 y una nueva especie de la tribu Stenodemini *Cynodonmiris corpoicanus* Ferreira & Barreto, 2013 (Barreto 2013). *Collaria scenica* se registra como la especie predominante y de mayor importancia económica ya que su daño al alimentarse de los pastos causa necrosis apical disminuyendo la disponibilidad de forraje para los bovinos.

Los insectos y ungulados co existen en los pastizales, a menudo se alimentan de las mismas plantas al mismo tiempo y potencialmente tiene efectos interactivos en el crecimiento de las plantas (Clark *et al.* 2012). Con el fin de disminuir el uso de insecticidas en los pastizales se sugirió un sistema que por sus características organizacionales vegetativas, sirviera tanto de forraje, como de aumento en la diversidad de insectos para contrarrestar de cierta manera la plaga de los pastos. Es allí donde entra el sistema silvopastoril, que a diferencia de los monocultivos combina los pastos tropicales con árboles y, a veces, el cultivo de alta

densidad de arbustos forrajeros (biodiversidad planificada) para el pastoreo directo de ganado (Rivera *et al.* 2013). Durante la última década, los sistemas silvopastoriles se han promovido activamente en Colombia como un medio de mejorar la diversidad biológica y los servicios ambientales en paisajes dominados por la ganadería (Murgueitio, 2003 Rivera *et al.* 2013), al igual que una mayor productividad y rendimientos financieros en los agricultores (Rivera *et al.* 2013).

Teniendo en cuenta esta información, existen insectos que son entomófagos y tienen gran aplicabilidad como insectos benéficos. Por considerar que el complejo de chinches de los pastos es un gran problema para la producción lechera, se evaluó la presencia de insectos benéficos (potenciales depredadores o parásitos) presentes en los dos sistemas de ganadería (tradicional y silvopastoril) con el fin de evaluar cuál sistema podría llegar a minimizar los problemas por el complejo de chinches de los pastos. Para esto se evaluaron tres fincas ganaderas de Boyacá que permitieron identificar estos insectos benéficos y su posible participación como potenciales controladores de la plaga.

4. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los mayores problemas que se presentan en los suelos ganaderos, es la utilización de prácticas agrícolas insostenibles, siendo entre otras, el manejo inadecuado del suelo, el sobrepastoreo, el uso indiscriminado de agroquímicos, la baja cobertura vegetal y el establecimiento de monocultivos los que más daños ocasionan al suelo en sus propiedades fisicoquímicas y en los sistemas biológicos nativos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2010).

Por otra parte, las especies de pasto forrajeras constituyen la base de la alimentación de los sistemas de producción bovina en Colombia. Este componente representa más del 60% del total de los costos de producción de carne y leche que genera el país, por lo que la eficiencia en la producción, el manejo y utilización de estos recursos se relaciona directamente con la rentabilidad y la competitividad de nuestros sistemas ganaderos (Corpoica 2005).

Collaria scenica es la especie predominante en las praderas del Nororiente Antioqueño y del Altiplano Cundiboyacense y su condición fitófaga causa daño al alimentarse de diferentes gramíneas, las cuales con el paso del tiempo pierden su calidad (Barreto 2013). De esta manera, el pasto presenta máximo nivel de daño (necrosis apical) y hay reducción de disponibilidad de forraje lo que genera una reducción en la capacidad de carga de las pasturas, lo que lleva irremediablemente al uso de insecticidas para evitar pérdidas en la producción lechera (Barreto 2013).

Como respuesta a este problema y dada la importancia del sector ganadero para la economía nacional se pretende minimizar el impacto de este complejo de especies plagas mediante el uso de prácticas de manejo integrado donde el conocimiento sobre los insectos benéficos asociados juega un papel importante para su potencial control y así evitar pérdidas económicas tanto en la producción como en el uso de insecticidas.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Ganadería en Colombia

En el trópico alto andino las praderas están dedicadas a la producción de leche y en Colombia el 80% del área en pastoreo se encuentra en pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*); no obstante, no suele recibir prácticas de manejo adecuadas, lo que se refleja en una baja producción de forraje (13-15 t/ ha de materia seca/ año), bajas capacidades de carga y de producción láctea (Mila 2005). El sector bovino se caracteriza por la generación de empleo e impulso al desarrollo social y con una representativa contribución al Producto Interno Bruto (PIB) nacional y agropecuario (Mahecha *et al.* 2002).

5.2 Sistemas de producción Tradicionales y Silvopastoriles

La mayoría de pastizales de alta calidad se convierten ahora en cultivos, agricultura mixta o pastizales artificiales, por lo tanto, el pastoreo extensivo es una forma de hacer un uso económico de los pastizales que no es adecuado para las empresas agrícolas más intensivas (Suttie *et al.* 2005). De ello se desprende que la inversión en estos pastizales se debe

mantener al mínimo necesario para su explotación rentable y sostenible por el ganado, ya sea una gestión comercial o tradicional (Suttie *et al.* 2005).

Por otra parte, el uso de los árboles en el contexto de los sistemas agrosilvopastoriles ha tomado mayor relevancia por su potencial productivo, elevado valor nutritivo, su disponibilidad en los períodos de escasez de forrajes y sus innumerables beneficios en el confort de los animales (Pérez *et al.* 2008). Destacándose así las ventajas de los sistemas silvopastoriles frente a los sistemas de producción lechera en los siguientes aspectos: mejoramiento de la diversidad en cuanto a la cantidad y calidad de especies forrajeras; el efecto benéfico de la sombra que dispensan algunas especies en estos ecosistemas; su contribución en la producción animal y la reducción de los procesos erosivos y de contaminación de aguas (Jiménez, 2005).

Los sistemas silvopastoriles incluyen una variedad de formas de uso de la tierra y la ordenanza para lograr una mayor productividad de la unidad de cría de ganado (Nahed-Toral *et al.* 2013). Estos sistemas se caracterizan por una combinación e interacción de cultivos agrícolas con pastos, arbustos, árboles de uso múltiple y la cría de animales, administrándose simultáneamente o sucesivamente de manera integrada (Nahed-Toral *et al.* 2013).

Según Sanchez *et al.* (2009) la calidad nutritiva de las praderas de sistemas con árboles con respecto a los que carecen del recurso arbóreo varía, siendo mayor el forraje en el sistema silvopastoril debido a que permite asumir una mayor fijación de nitrógeno en las praderas donde se encuentran árboles y un efecto benéfico de la sombra que favorece el crecimiento de los microorganismos del suelo.

Adicional a lo anterior el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2010) definió que los tipos de cobertura arbórea constituyentes del trópico alto en las fincas ganaderas lo componen las cercas vivas en las que predominan *Weinmannia pubescens* (Encenillo), *Acacia decurrens* (Acacia), *Alnus acuminata* (Aliso) y *Miconia theacens*. Por otra parte, las fincas ganaderas se encuentran manejadas por la mezcla de pastos naturales y mejorados en los que sobresalen *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo), *Holcus lanatus* (Espiga) y *Lolium*

multiflorum (raigrás) (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2010).

5.3 Complejo de chinches de los pastos

Según Duarte et al., (1998) la chinche de los pastos *Collaria scenica* Stal, es el principal problema tecnológico de las explotaciones lecheras de la Sabana de Bogotá. Esta especie ataca una amplia gama de hospederos de importancia económica como arroz, trigo, maíz y diferentes forrajes. (Martínez y Barreto, 1998).

Desde las primeras observaciones del daño causado por la chinche de los pastos en la Sabana de Bogotá en 1988, la densidad de la población de esta plaga se incrementó a través del tiempo, provocando pérdidas por la disminución en la disponibilidad de forraje en las praderas de gramíneas destinadas a la producción lechera (Martínez y Barreto, 1998).

Desde su aparición en la Sabana de Bogotá en 1988, la plaga ha tenido una rápida dispersión (Barreto 2013) y este movimiento de las poblaciones del insecto hacia las zonas productoras se asoció a las fluctuaciones del clima y a la falta de un sistema de manejo sostenible de los potreros de Cundinamarca y Boyacá (Barreto 2013). Para minimizar los impactos generados, la ganadería actual y futura debe tender hacia la utilización de tecnologías adaptadas a condiciones alto andinas que favorezcan una ganadería sostenible de los sistemas productivos de leche y que permitan mantener la productividad y mejorar la conservación ambiental (Forero 2013).

5.4 Insectos Benéficos

Los insectos benéficos (depredadores o parasitoides) son organismos que matan a sus presas al alimentarse de ellas. En general las hembras depositan sus huevos cerca de las posibles presas y al eclosionar los huevos, las larvas o ninfas buscan a sus presas para alimentarse. Los insectos benéficos se alimentan de muchos individuos para poder completar su ciclo de vida y en general tienen mayor tamaño que su presa (Najera & Souza, 2010). Para un adecuado manejo de las plagas que atacan a los pastizales, es necesaria su identificación y la de sus enemigos naturales, al igual que conocer su balance en un ecosistema perenne (Ferrufino 1986).

La mayoría de los insectos depredadores y parasitoides que participan en el control biológico de plagas agrícolas, ya sea natural o inducido, se muestran en la Tabla 1, elaborado con base en Najera y Souza (2010), Rafael *et al.* (2012) y E. Palacio (com. Per.)

Tabla 1. Principales grupos de insectos depredadores y parasitoides que participan en el control biológico de plagas agrícolas.

| ORDEN | FAMILIA o SUPERFAMILIA | PREDA O PARASITA |
|--------------|-------------------------------|--|
| COLEOPTERA | Carabidae | Depredadores de larvas y pupas de mariposas y avispa. |
| | Coccinellidae | Depredadores de pulgones, cochinillas, moscas plagas. |
| | Melyridae | Depredadores de huevos, larvas, pupas, adultos de tamaño pequeño y cuerpo blando de varios insectos. |
| | Staphylinidae | Depredadores generalistas, micófagos o saprófagos. |
| HEMIPTERA | Anthocoridae | Depredadores de trips, ninfas de mosca blanca, pequeñas larvas de mariposas, ácaros y pulgones. |
| | Ceratocombidae | Depredadores generalistas. |
| | Geocoridae | Depredadores de pequeños insectos de diferentes grupos. |
| | Nabidae | Depredadores de pulgones, larvas de mariposas y otros pequeños insectos. |
| | Reduviidae | Depredadores de pulgones, larvas de mariposa, escarabajos y chicharras. |
| DIPTERA | Asilidae | Depredadores de pequeños insectos de escarabajos, avispa, abejas, y otras moscas. |
| | Syrphidae | Las larvas son depredadoras de pulgones y pequeñas larvas de mariposas. |
| | Tachinidae | Parasitoides de larvas de mariposas, escarabajos, estados inmaduros de chinches y saltamontes. |

| | | |
|-------------|-------------------|--|
| HYMENOPTERA | Chalcidoidea | Parasitoides de larvas o pupas de mariposas, moscas, escarabajos, crisópidos y otras avispas. |
| | Formicidae | La mayoría son depredadores generalistas. |
| | Ichneumonoidea | Parasitoides de larvas de escarabajos, moscas, mariposas, así como pulgones y chinches. |
| | Mymaridae | Parasitoides de huevos de cícadas, grillos, escarabajos, chinches, pulgones y moscas. |
| | Platygastroidea | Parasitoides de larvas de moscas, escarabajos, cochinillas y moscas blancas. |
| | Proctotrupeoidea | Larvas de moscas, escarabajos y endoparasitoides de crisopas. |
| | Scelionidae | Parasitoides de huevos de mariposa, grillos, mántidos, chinches, cigarras, chicharritas, escarabajos y moscas entre otros. |
| | Trichogrammatidae | Parasitoides de huevos de mariposas, chinches, escarabajos, trips, moscas, crisópidos y otros himenópteros. |
| | Vespidae | Depredadores generalistas. |
| NEUROPTERA | Chrysopidae | Sus larvas se alimentan de pulgones, mosquitas blancas, ácaros, huevos, larvas de mariposas, escarabajos y trips. |
| | Hemerobiidae | Adultos y larvas son depredadores de pulgones, larvas de mariposas y otros insectos de cuerpo blando. |
| DERMAPTERA | Forficulidae | Omnívoros de pulgones, huevos y larvas de mariposas y palomillas. |
| MANTODEA | Mantidae | Depredadores generalistas. |
| ODONATA | Calopterygidae | Depredadores de moscas, mosquitos y otros insectos pequeños. |
| | Coenagrionidae | Depredadores de moscas, mosquitos y otros insectos pequeños. |

Para este proyecto se consideraron familias y superfamilias conformados mayoritariamente por especies depredadores o parasitoides dentro de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera y Odonata. A diferencia de lo indicado por Najera y Souza, (2010), la familia Forficulidae (Dermaptera) no fue considerada como un grupo de interés en este estudio ya que según Haas (2012) son en su mayoría omnívoros.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general: Reconocimiento y evaluación de la diversidad de familias de insectos benéficos asociadas a sistemas de producción lechera tradicional y silvopastoril.

6.2 Objetivos específicos:

- Identificar grupos de insectos benéficos asociados al sistema silvopastoril y tradicional.
- Comparar la diversidad en términos de riqueza específica y abundancia de la fauna benéfica encontrada en cada uno de los sistemas de producción (tradicional vs. silvopastoril).
- Establecer cuál sistema de producción lechera es más adecuado para la riqueza y abundancia de entomofauna benéfica.

7. METODOLOGÍA

Este trabajo hace parte del proyecto “Implementación y avances en la evaluación de sistemas silvopastoriles para sistemas de producción de leche especializada en trópico altoandino” que desarrolla Corpoica en el presente año, financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

7.1 Área de Estudio

El estudio fue realizado desde Junio hasta Diciembre del 2014 con dos temporadas de colecta: Junio 11-13 (Temporada 1, época seca) y Septiembre 1-3 (Temporada 2, época de lluvia) en 3 Fincas ubicadas en los municipios de Chiquinquirá y Saboyá, Boyacá, Colombia. Los municipios anteriormente mencionados ubicados en el departamento de Boyacá tienen un régimen bimodal de precipitaciones y gozan de una temperatura

promedio de 12 a 18°C y una altitud de 2545m en Chiquinquirá y temperatura media de 14°C y altitud de la cabecera municipal a 2600m para Saboyá (Alcaldía de Saboyá). Se tomaron las coordenadas y altura de cada finca con un GPS Magellan Explorist 510 y Datum WGS84. Cada finca cuenta con dos sistemas de pastoreo (Tradicional y Silvopastoril); el sistema tradicional (ST) está compuesto por diferentes pastos donde sobresalen *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo), *Holcus lanatus* (Falsa poa) y *Lolium multiflorum* (raigrás) y el sistema silvopastoril (SSP) se caracteriza por tener vegetación variada donde predominan las acacias (*Acacia decurrens*), el aliso (*Alnus acuminata*) y el sauco (*Sambucus nigra*) algunas veces en disposición de cerca viva y/o plantación aleatoria.

Las 3 fincas estudiadas son las siguientes: Finca Flor del Campo (F1) (Saboyá) en la Vereda Puente de Tierra, se encuentra a 6 km de Chiquinquirá y a 13 km del municipio de Saboya. El punto de muestreo para el ST está localizado en 5°39'45,9'' N - 73°49'05,9'' W, a una altura de 2800 m y un área de muestreo de 10643 m². Para el SSP el punto de muestreo fue 5°39'43,8'' N - 73°49'06,6'' W, a una altura de 2796 m y un área de muestreo de 13761,5 m².

La segunda finca, La Esmeralda (F2) (Chiquinquirá) en la Vereda Molino, se encuentra a 6 km de Chiquinquirá y a 6 km del municipio de Saboya. El punto de muestreo para el ST es 5°39'34,4'' N - 73°46'55,7'' W, a una altura de 2578 m y un área de muestreo de 8913 m². Para el SSP el punto de muestreo fue 5°39'37,6'' N - 73°46'59,8'' W, a una altura de 2584 m y un área de muestreo de 7832 m².

Finalmente a 10 km de Chiquinquirá en la Vereda La Balsa se encuentra la Finca El Corono (F3) (Chiquinquirá). El punto de muestreo para el ST es 5°39'36,0'' N - 73°46'05,4'' W, a una altura de 2579 m y un área de muestreo de 5443 m². Para el SSP el punto de muestreo fue 4°41'38,5'' N - 74°12'07,9'' W, a una altura de 2588 m y un área de muestreo de 15150 m².

Adicional a esto, es necesario relacionar el factor 'días de descanso' o días que tuvo el punto de muestreo para recuperarse después de ser pastoreado. La Tabla 2 muestra los días de recuperación que tenía cada sistema a la fecha en el que se realizó el muestreo, al igual

que se mencionan variables climáticas para el mes donde se realizó el muestreo tales como Temperatura promedio (°C) y Humedad relativa (%).

Tabla 2. Días de Recuperación y promedio de la Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) para las 3 fincas, ambas temporadas y sistemas de producción.

| Finca | Tipo de sistema | Temporada (seca/lluvia) | Días de Recuperación | Temperatura (°C) promedio | Humedad relativa (%) |
|--------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| F1 | ST | Seca | 24 | 12,4 | 82,9 |
| | | Lluvia | 0 | 11,9 | 79,7 |
| | SSP | Seca | 50 | 12,7 | 82,7 |
| | | Lluvia | 21 | 12,2 | 79,9 |
| F2 | ST | Seca | 24 | 13,6 | 81,1 |
| | | Lluvia | 24 | 12,4 | 79,7 |
| | SSP | Seca | 48 | 13,5 | 80,2 |
| | | Lluvia | 36 | 12,7 | 78,5 |
| F3 | ST | Seca | 45 | 13,5 | 80,4 |
| | | Lluvia | 21 | 12,4 | 78,2 |
| | SSP | Seca | 16 | 13,8 | 79,5 |
| | | Lluvia | 0 | 12,8 | 77,7 |

7.2 Diseño experimental

El muestreo se realizó en 3 fincas y en cada una se encuentran dos sistemas: Tradicional (ST) y Silvopastoril (SSP), para un total de 6 puntos de muestreo. Con el fin de comparar la entomofauna asociada a estos sistemas, los métodos de muestreo propuestos fueron: Trampa Malaise por 48 horas de 2m de alto x 1.5m de largo (1 trampa en cada sistema por finca); jameo rastreador (red entomológica de 40 cm de diámetro, 90 cm de largo y 120 cm de largo del mango) con 10 pases dobles y 20 repeticiones, y finalmente zarandeo (agitar 20 árboles distintos durante 10 segundos y coleccionar con ayuda de un aspirador entomológico los individuos presentes en una sábana blanca de 1m x 1m). Ésta última técnica no se realizó en el sistema tradicional por las características propias del pastizal. En total se

colectaron 366 muestras correspondientes a las metodologías propuestas y a las 2 temporadas de colecta.

Las fincas visitadas y su sistema tienen sus propios días de recuperación, o días de descanso desde que fue intervenido para este proyecto. Para evitar que este factor incida en los resultados se implementó un diseño de bloques al haber tres fincas (repeticiones) y 2 temporadas (Bloques).

Posterior a los muestreos, se separó el material de campo en el laboratorio a nivel taxonómico de orden y luego a familia donde se realizó el conteo de individuos determinando morfoespecies y anexando esta información en una base de datos en Excel.

7.3 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con los programas Biodiversity Pro (McAleece et al. 1997), para el índice de Similitud; EstimateS 9.1 (Colwell 2013) para las curvas de acumulación de especies; IBM SPSS Statistics 20 para las pruebas paramétricas con el fin de explorar si hay diferencias entre los sistemas y las temporadas y Excel 2010 para calcular la diversidad en términos de riqueza y abundancia.

7.3.1 Curvas de acumulación de especies

Para la curva de acumulación de especies de la metodología jameo, se tuvieron en cuenta 100 transectos para el sistema tradicional (ST) por un error en la separación del material de la finca Flor del campo para la temporada 1 y 120 transectos para el sistema silvopastoril (SSP), resultantes de la unión de las tres fincas y las dos temporadas. Para la metodología de zarandeo se cuentan con 120 transectos únicamente para el SSP ya que no se puede realizar esta metodología por las características propias del ST. Finalmente para la trampa Malaise, activa por 48 horas se tuvieron en cuenta 6 datos (una por finca y por sistema) para el ST y 6 datos para el SSP.

Para establecer la representatividad del muestreo y la riqueza de especies por sitio de muestreo, son útiles las curvas de acumulación de especies que permiten comparar los valores observados de riqueza con valores estimados a partir de estimadores no paramétricos (Villareal et al. 2004). Dicho lo anterior se realizaron 5 curvas de

acumulación de especies por metodología empleada y sistema estudiado: jameo sistema tradicional (Jameo ST), jameo sistema silvopastoril (Jameo SSP), zarandeo sistema silvopastoril (Zarandeo SSP), Malaise sistema tradicional (Malaise ST), Malaise sistema silvopastoril (Malaise SSP). Las curvas de acumulación son útiles al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa (Villareal et al. 2004). Se utilizaron los estimadores que más se ajustan al muestreo mediante el programa EstimateS 9.1 siendo éstos: ACE, Chao 1 y Cole Rarefaction.

7.3.2 Índice de similitud de Bray-Curtis

Por otra parte, se realizó el índice de similitud Bray-Curtis con el fin de saber qué tan cercanos son los sistemas de producción según su composición de morfoespecies benéficas.

7.3.3 Prueba T para muestras Independientes

Se realizó una prueba T para igualdad de medias de muestras independientes mediante el software estadístico SPSS para evaluar la existencia de diferencias entre: Abundancia vs Sistema, Abundancia vs. Temporada; Riqueza vs Sistema y Riqueza vs. Temporada. Esta es una prueba paramétrica ya que cumplió previamente con los supuestos de normalidad y Homogeneidad de varianzas y se utilizó un nivel de confianza de 95%.

8. RESULTADOS

De los grupos de interés agrícola propuestos por Najera & Souza 2010, se encontraron 6 órdenes representados en 6 subfamilias y 11 familias observados en el muestreo (Tabla 3). Se agregó una familia de interés (Saldidae) que no se contempló anteriormente, ya que son encontrados en áreas abiertas y húmedas cerca al agua pero son depredadores activos de otros invertebrados (Grazia *et al.* 2012). Por otra parte, el grupo Mantodea no se encontró en el muestreo.

Tabla 3. Resumen de los grupos benéficos totales encontrados en el muestreo

| ORDEN | FAMILIA | HÁBITO |
|--------------|------------------|---------------|
| Coleoptera | Carabidae | Depredador |
| | Coccinellidae | Depredador |
| | Staphylinidae | Depredador |
| Diptera | Syrphidae | Depredador |
| Hemiptera | Ceratocombidae | Depredador |
| | Nabidae | Depredador |
| | Reduviidae | Depredador |
| | Saldidae | Depredador |
| Hymenoptera | Chalcidoidea | Parasitoide |
| | Chrysidoidea | Parasitoide |
| | Ichneumonoidea | Parasitoide |
| | Platygastroidea | Parasitoide |
| | Proctotrupeoidea | Parasitoide |
| | Vespoidea | Depredador |
| Neuroptera | Chrysopidae | Depredador |
| | Hemerobiidae | Depredador |
| Odonata | Coenagrionidae | Depredador |

El número de morfoespecies reconocidas para todo el muestreo fue de 43, subdividiéndose en 14 morfoespecies para Hymenoptera y Coleoptera, pero representadas en 6 subfamilias contra 3 familias respectivamente. Seguido de Diptera con 6 morfoespecies de una sola familia que en su mayoría es depredadora (Syrphidae); Hemiptera con 4 morfoespecies, representadas en 4 familias (una por familias encontrada); Neuroptera con 2 morfoespecies, pertenecientes a las dos familias clasificadas como benéficas (Chrysopidae y Hemerobiidae) y finalmente un Orden con pocas especies descritas pero muy eficaces en su predación, Odonata (3 morfoespecies encontradas para una sola familia, Coenagrionidae) (Tabla 13).

8.1 Abundancia y Riqueza

Los grupos funcionales que actúan como benéficos están representados en depredadores (9%) y los parasitoides (91%) entre los dos periodos de muestreo. Se encontraron un total de 3772 individuos benéficos pertenecientes a 17 familias y representados en 43 morfoespecies (Tabla 4), de los cuales 3420 individuos pertenecen al orden Hymenoptera, representando un 91% de insectos colectados siendo el orden más exitoso como parasitoide y esto se le atribuye a su amplia distribución como parasitoides generalistas lo cual aumenta la cantidad de morfoespecies y así mismo el conteo respecto a los otros órdenes.

Para la temporada 1 se obtuvieron 41 morfoespecies (valor muy cercano al total de morfoespecies encontradas) y un valor moderadamente más bajo para la segunda temporada, 34. En cuanto a la abundancia se obtuvo 1575 individuos para la temporada 1 y 2197 individuos para la segunda temporada.

Tabla 4. Abundancia y riqueza expresadas por orden para cada temporada

| Orden | Periodo de muestreo | | | |
|--------------------|---------------------|---------|-------------------|---------|
| | Primera temporada | | Segunda temporada | |
| | Morfoespecies | N° ind. | Morfoespecies | N° ind. |
| Coleoptera | | | | |
| Carabidae | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Coccinellidae | 5 | 23 | 5 | 61 |
| Staphylinidae | 8 | 46 | 2 | 9 |
| Diptera | | | | |
| Syrphidae | 5 | 77 | 5 | 53 |
| Hemiptera | | | | |
| Ceratocombidae | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nabidae | 1 | 22 | 1 | 37 |
| Reduviidae | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Saldidae | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Hymenoptera | | | | |
| Chalcidoidea | 3 | 199 | 3 | 231 |
| Chrysidoidea | 1 | 31 | 1 | 40 |
| Ichneumonoidea | 6 | 972 | 6 | 1407 |
| Platygastroidea | 1 | 18 | 1 | 24 |
| Proctotrupoidea | 2 | 168 | 3 | 321 |

| | | | | |
|-------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| Vespidae | 1 | 8 | 1 | 1 |
| Neuroptera | | | | |
| Chrysopidae | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Hemerobiidae | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Odonata | | | | |
| Coenagrionidae | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Total | 41 | 1575 | 34 | 2197 |

En cuanto a la abundancia por finca y sistema productivo representados en 6 órdenes (Figura 1) se encontraron 3420 individuos para el orden Hymenoptera, siendo éste el más abundante seguido de 142 individuos para Coleoptera, 130 individuos para Diptera y los órdenes con menor número de individuos fueron Hemiptera, Neuroptera y Odonata con 66, 11 y 3 insectos benéficos respectivamente.

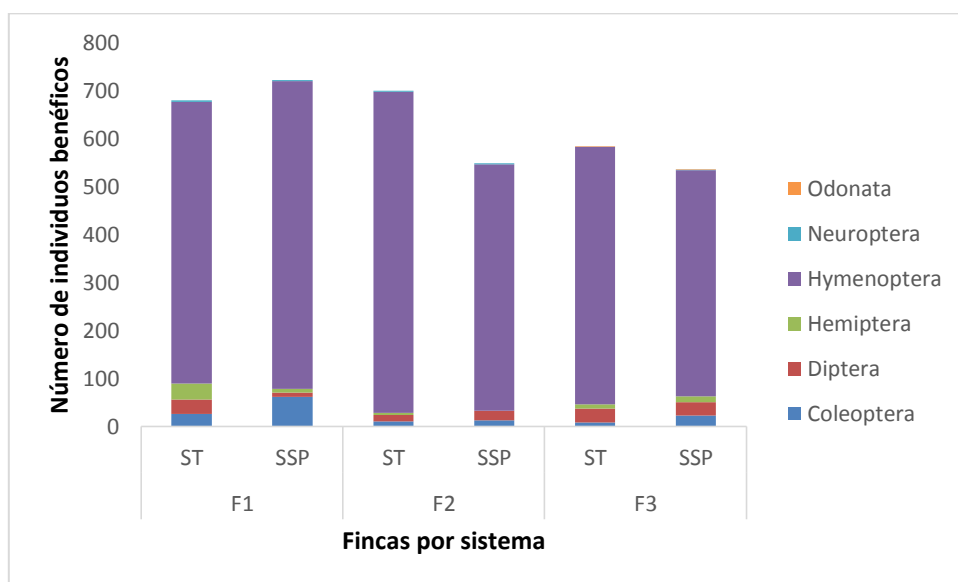


Figura 1. Abundancia de insectos benéficos por orden para ambas temporadas.

ST: Sistema Tradicional; SSP: Sistema silvopastoril; F1: Finca Flor del campo; F2: La Esmeralda; F3: El Corono

En cuanto a la abundancia por finca y sistema productivo representados en 6 órdenes (Tabla 5) se encontraron: 680 individuos para el sistema tradicional (ST) en la Finca 1 (Flor del Campo) y 722 para el sistema silvopastoril (SSP). Para el ST de la finca 2 (La Esmeralda)

se encontraron 700 individuos y para el SSP se encontraron 549. Finalmente para el ST y el SSP en la Finca 3 (Flor del Campo) se encontraron 584 y 537 individuos benéficos respectivamente.

El ST obtuvo mayor número de individuos para las fincas 2 y 3 respecto al SSP pero presentó una reducción en la finca 1. La finca 1 obtuvo la mayor cantidad de individuos benéficos para ambos sistemas con un valor de 1402, seguido de la finca 2 con 1249 y la finca 3 con 1121 insectos.

Tabla 5. Abundancia encontrada para ambas temporadas teniendo en cuenta todas las metodologías. ST: sistema tradicional, SSP: sistema silvopastoril

| Finca | Tipo de sistema | Coleoptera | Diptera | Hemiptera | Hymenoptera | Neuroptera | Odonata | Total |
|-------|-----------------|------------|---------|-----------|-------------|------------|---------|-------|
| 1 | ST | 26 | 30 | 34 | 587 | 3 | 0 | 680 |
| | SSP | 62 | 9 | 7 | 642 | 2 | 0 | 722 |
| 2 | ST | 10 | 14 | 4 | 670 | 2 | 0 | 700 |
| | SSP | 13 | 20 | 0 | 513 | 3 | 0 | 549 |
| 3 | ST | 8 | 29 | 9 | 537 | 0 | 1 | 584 |
| | SSP | 23 | 28 | 12 | 471 | 1 | 2 | 537 |

En cuanto a la riqueza (sin distinguir repeticiones) encontrada por finca y sistema productivo representados en 7 órdenes (Figura 2) se encontraron 42 morfoespecies para el orden Hymenoptera, siendo éste el más abundante seguido de 29 morfoespecies para Coleoptera, 16 para Diptera y los órdenes con menor número de morfoespecies benéficas fueron Hemiptera, Neuroptera y Odonata con 7, 4 y 3 respectivamente.

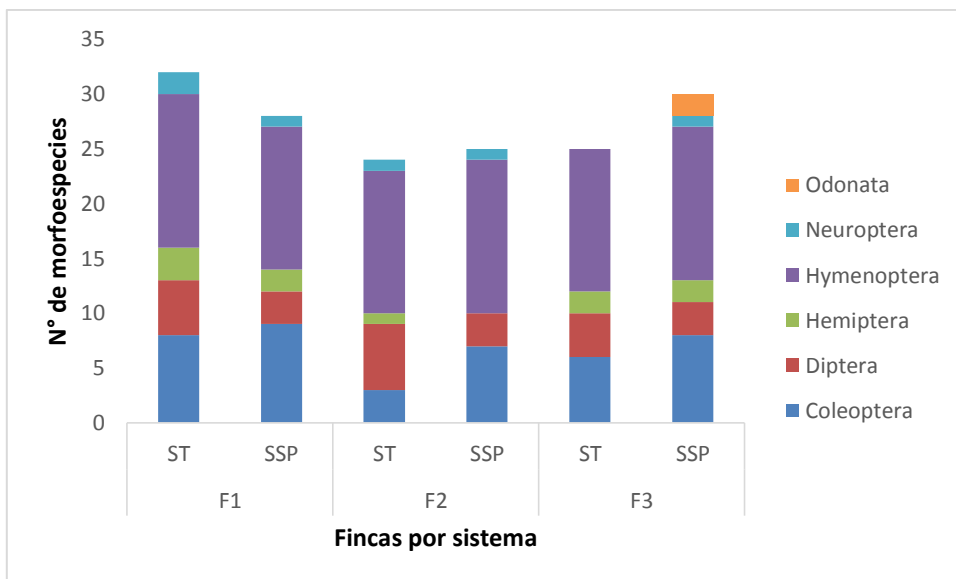


Figura 2. Riqueza de insectos benéficos por orden para ambas temporadas.

ST: Sistema Tradicional; SSP: Sistema silvopastoril; F1: Finca Flor del campo; F2: La Esmeralda; F3: El Coronó

En cuanto a la riqueza por finca y sistema productivo representados en 7 órdenes (Tabla 6) se encontraron: 32 morfoespecies para el sistema tradicional (ST) en la Finca 1 (Flor del Campo) y 28 para el sistema silvopastoril (SSP). Para el ST de la finca 2 (La Esmeralda) se encontraron 24 morfoespecies y para el SSP se encontraron 25. Finalmente para el ST y el SSP en la Finca 3 (Flor del Campo) se encontraron 26 y 30 morfoespecies benéficas respectivamente. Estos valores fueron muy cercanos entre sí, es decir, que no se puede distinguir una diferencia en la riqueza de morfoespecies entre los 6 puntos de muestreo.

El sistema tradicional (Sistema 1) obtuvo mayor número de morfoespecies únicamente para la finca 1 respecto al sistema silvopastoril (Sistema 2), pero no presentó gran diferencia entre un sistema u otro (4 morfoespecies de diferencia máximas), siendo éstos valores muy cercanos.

Tabla 6. Riqueza de morfoespecies encontrada para las 2 temporadas teniendo en cuenta todas las metodologías. ST: Sistema Tradicional; SSP: Sistema silvopastoril; F1: Finca Flor del campo; F2: La Esmeralda; F3: El Corono

| Finca | Tipo de sistema | Coleoptera | Diptera | Hemiptera | Hymenoptera | Neuroptera | Odonata | Total |
|-------|-----------------|------------|---------|-----------|-------------|------------|---------|-------|
| 1 | ST | 8 | 5 | 3 | 14 | 2 | 0 | 32 |
| | SSP | 9 | 3 | 2 | 13 | 1 | 0 | 28 |
| 2 | ST | 3 | 6 | 1 | 13 | 1 | 0 | 24 |
| | SSP | 7 | 3 | 0 | 14 | 1 | 0 | 25 |
| 3 | ST | 6 | 4 | 2 | 13 | 0 | 1 | 26 |
| | SSP | 8 | 3 | 2 | 14 | 1 | 2 | 30 |

La finca 3 obtuvo la mayor cantidad de morfoespecies benéficas con un valor de 36 pero por poca diferencia en cuanto a la finca 1 con 35; la finca 2 cuenta con 30 morfoespecies de un total de 43 morfoespecies posibles (Tabla 7 y Figura 3). Estos valores distinguen la cantidad de morfoespecies sin hacer recuento de las que están presentes en un sistema u otro

Tabla 7. Morfoespecies totales encontradas por orden en cada finca y sus totales

| FINCA | Coleoptera | Diptera | Hemiptera | Hymenoptera | Neuroptera | Odonata | Total |
|-------|------------|---------|-----------|-------------|------------|---------|-------|
| F1 | 11 | 5 | 3 | 14 | 2 | 0 | 35 |
| F2 | 8 | 6 | 1 | 14 | 1 | 0 | 30 |
| F3 | 10 | 5 | 3 | 14 | 1 | 3 | 36 |

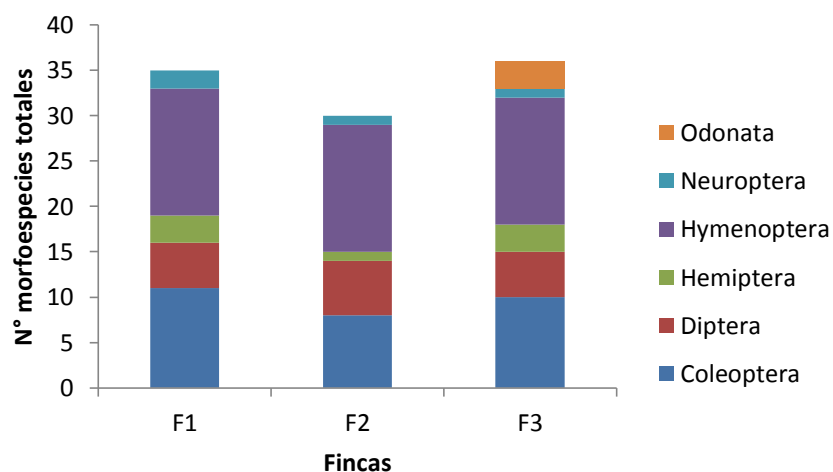


Figura 3. Morfoespecies totales encontradas por orden en cada finca

Finalmente, la abundancia encontrada por sistema de producción fue mayor en el ST con un valor casi igual de riqueza entre los dos sistemas (Figura 4).

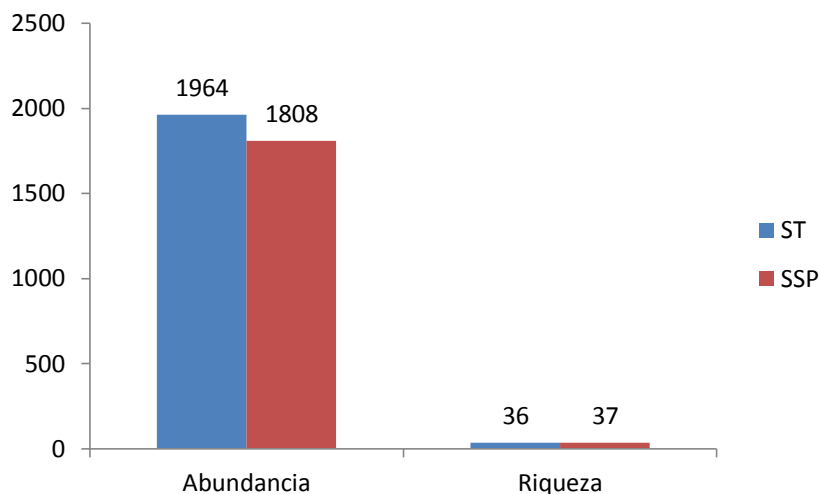


Figura 4. Recuento de abundancia y riqueza total por sistema de producción

8.2 Curvas de acumulación de especies e Índice de Similitud

En la curva de acumulación de especies para Jameo ST, el estimador ACE arrojó un 61,71% de morfoespecies colectadas respecto al valor estimado. Por otra parte Chao 1 presentó un 45,47% de morfoespecies colectadas y Cole Rarefaction presentó el 100%, lo que indica que se colectaron el total de morfoespecies esperadas o estimadas (Figura 10, ver anexos).

Respecto a las morfoespecies encontradas en 120 transectos para Jameo SSP, el estimador ACE arrojó un 76,96% de morfoespecies colectadas respecto al valor estimado. Por otra parte Chao 1 presentó un 66,69% de morfoespecies colectadas respecto al valor estimado y Cole Rarefaction el 100%, lo que indica que se colectaron la cantidad de morfoespecies esperadas para este último (Figura 11, ver anexos).

En cuanto al zarandeo del ST, éste no se tiene en cuenta ya que no se realizó el muestreo por las características propias del sistema, en cambio, 120 transectos se tuvieron en cuenta para Zarandeo SSP (Figura 12). Respecto a las morfoespecies encontradas en 120

transectos, el estimador ACE arrojó un 82,35% de morfoespecies colectadas respecto al valor estimado. Por otra parte Chao 1 presentó un 87,71% de morfoespecies colectadas respecto al valor estimado y Cole Rarefaction el 100%, lo que indica que se colectaron la cantidad de morfoespecies necesarias para este último. En esta metodología los estimadores ACE y Cole Rarefaction tuvieron un alto porcentaje lo que sugiere que la cantidad de morfoespecies encontradas no está lejano del estimado.

Finalmente para las trampas malaise se tuvieron en cuenta 6 datos para cada sistema, este dato resulta de 3 trampas instaladas en temporada 1 y temporada 2 respectivamente. Para Malaise ST (Figura 13) el estimador ACE arrojó un 78,46% de morfoespecies colectadas respecto al valor estimado. Por otra parte Chao 1 presentó un 75,43% de morfoespecies colectadas respecto al valor estimado y Cole Rarefaction el 100%, lo que indica que se colectaron la cantidad de especies.

De igual manera, para Malaise SSP (Figura 14) el estimador ACE arrojó un 83,30% de morfoespecies colectadas respecto al valor estimado. Por otra parte Chao 1 presentó un 77,12% de morfoespecies y Cole Rarefaction el 100%, lo que indica que se colectaron la cantidad de morfoespecies estimadas para este último y siendo ACE el estimador que mayor porcentaje de morfoespecies colectadas se registra.

Por otra parte, el árbol de similitud resultante tiene 6 terminales en total (2 sistemas por 3 fincas). En la figura 5 se puede observar que las terminales más cercanas se agrupan por finca (El Corono) con un porcentaje de similitud del 84,48%. Por otra parte los sistemas de producción de Flor del Campo tienen un porcentaje de similitud del 68,16% y los sistemas de la finca la Esmeralda son los más alejados con porcentaje de similitud del 57,91%.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)

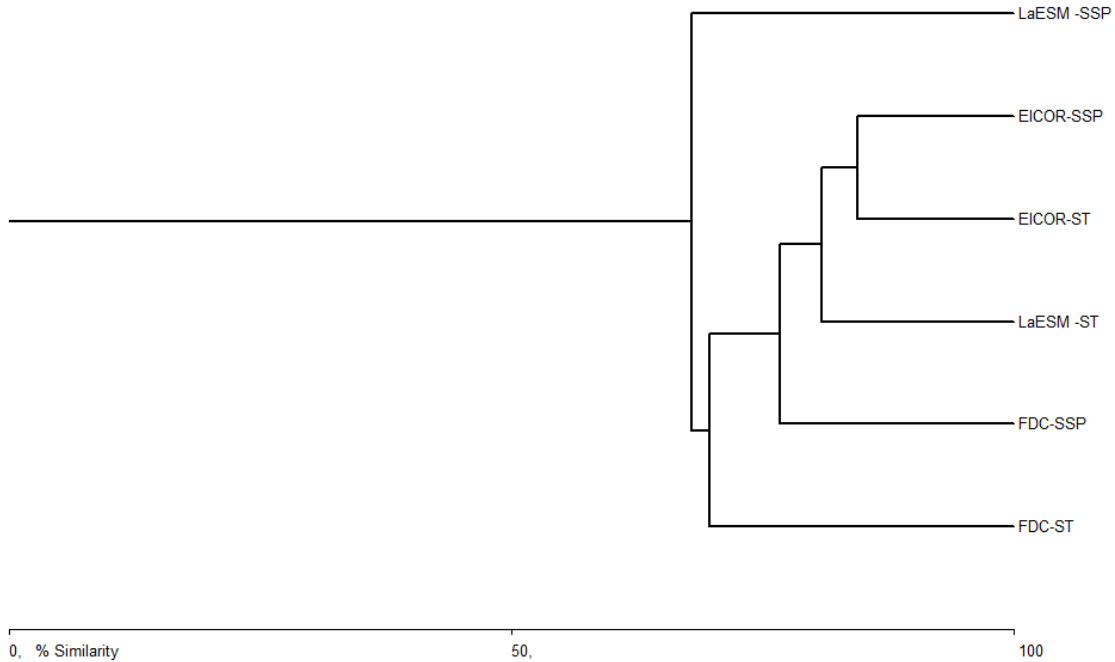


Figura 5. Dendrograma de Bray-Curtis

8.3 Prueba T para muestras Independientes

Se realizó una prueba T para igualdad de medias de muestras independientes y se postulan las siguientes hipótesis, estas cambian según la comparación que se realice:

H_0 : La Abundancia/ Riqueza es igual para los dos sistemas/temporadas

H_i : La Abundancia/ Riqueza es diferente para los dos sistemas/temporadas

8.3.1 Abundancia por Sistema

La abundancia no difiere entre los dos sistemas (T ; $p=0.559$) es decir que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula.

8.3.2 Abundancia por Temporada

La abundancia sí difiere entre las dos temporadas de muestreo (T ; $p=0.016$), es decir que si existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula.

8.3.3 Riqueza por Sistema

La riqueza no difiere entre los dos sistemas (T ; $p=0.072$), es decir que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula.

8.3.4 Riqueza por Temporada

La riqueza no difiere entre las dos temporadas de muestreo (T ; $p=0.906$), es decir que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula.

Al realizar las comparaciones, los análisis reflejaron que no existen diferencias significativas entre la abundancia y el sistema pero si existen diferencias significativas para la abundancia vs. Temporada. En cuanto a riqueza, ésta no difiere entre los dos sistemas ni entre las temporadas.

8.4 Días de Recuperación

Todas las fincas con sus correspondientes sistemas tuvieron diferentes días de recuperación (tiempo en el que el pasto vuelve a crecer después de ser pastoreado) a la fecha en el que se realizó el muestreo. No existen suficientes repeticiones para analizar mediante el software estadístico SPSS y saber qué tanto afecta los días de pastoreo sobre la presencia de insectos benéficos. De igual forma se observa un patrón, donde a menores días de recuperación, existe mayor abundancia entre temporadas exceptuando la finca 1, SSP y la finca 2, ST. De igual manera, para la riqueza se observa un patrón contrario a la abundancia, donde a mayor días de recuperación existe mayor riqueza, exceptuando los dos sistemas de la Finca 2 (Tabla 8).

Tabla 8. Días de recuperación relacionando su riqueza y abundancia según finca, tipo de sistema y temporada.

| Finca | Tipo de sistema | Temporada | Días de recuperación | Abundancia | Riqueza |
|-------|-----------------|-----------|----------------------|------------|---------|
| 1 | ST | Seca | 24 | 229 | 28 |
| | | Lluviosa | 0 | 451 | 26 |
| | SSP | Seca | 50 | 374 | 26 |
| | | Lluviosa | 21 | 348 | 21 |
| 2 | ST | Seca | 24 | 346 | 21 |
| | | Lluviosa | 24 | 354 | 15 |
| | SSP | Seca | 48 | 201 | 18 |
| | | Lluviosa | 36 | 348 | 20 |
| 3 | ST | Seca | 45 | 226 | 24 |
| | | Lluviosa | 21 | 358 | 15 |
| | SSP | Seca | 16 | 199 | 25 |
| | | Lluviosa | 0 | 338 | 17 |

9. DISCUSIÓN

Los insectos son los animales más abundantes en los ecosistemas terrestres y pueden utilizarse para evaluar el impacto de los cambios ambientales (Aquad *et al.* 2011). La entomología agrícola comprende el estudio de los insectos perjudiciales y benéficos asociados a plantas cultivadas (Zucchi & Neto 2012) siendo para este caso, los insectos perjudiciales el complejo de chinche de los pastos y los benéficos, los relacionados en este trabajo.

En términos de individuos benéficos en total para un sistema u otro, se debe tener en cuenta las características de cada sistema. Debido a que los insectos y ungulados pueden alimentarse dentro de la misma comunidad de pastizales, existe una probabilidad para que los dos grupos herbívoros tengan efectos interactivos sobre el crecimiento de las plantas (Clark *et al.* 2012). Los sistemas tradicionales (ST) son aquellos, que como su nombre lo indica, han sido escenario de la ganadería por defecto durante años y está constituido vegetativamente por pasturas correspondientes al pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) Hoechst en un 90 % y el resto a pastos introducidos como Raygras *Lolium spp.* (Barreto 2013). Para este sistema se encontraron 1964 individuos benéficos representados en 36

morfoespecies (Figura 4), de las cuales 8 no se comparten con el SSP, es decir, que son propias del sistema (Tabla 19).

Un sistema silvopastoril es un uso específico de la tierra en el que se combinan especies arbóreas y/o arbustivas, forrajes, animales, suelo y agua, en un arreglo espacial y temporal, (Sánchez et al. 2009) pero aun así estas características no fueron suficientes para que el sistema silvopastoril (SSP), presentara mayor abundancia. Se encontraron 1808 individuos benéficos representados en 37 morfoespecies, (mínima diferencia entre ambos sistemas) pero cuenta con 7 morfoespecies que no están presentes en el ST (Tabla 19).

Existe un factor importante a considerar que se esperaría llegue a afectar los resultados de abundancia y riqueza de insectos ya que los episodios de pastoreo pueden reducir en gran medida la biomasa vegetal o áreas completamente despojadas, que a su vez disminuye la abundancia de fauna asociada (Armitage 2013). El pastoreo moderado puede mantener la heterogeneidad dentro de conjuntos de vegetación, que generalmente se considera un beneficio del ecosistema (Armitage 2013),

Dicho lo anterior, se esperaría ver una mayor abundancia en aquellos sistemas que gocen de un nivel de días de recuperación alto, permitiendo así el asentamiento de los insectos, pero los valores de abundancia y riqueza según los días de recuperación (tabla 8) evidencian un patrón claro pero contrario. Es decir, que a menores días de recuperación, existe mayor abundancia entre temporadas, exceptuando la finca 1-SSP y la finca 2-ST. Lo anterior se puede atribuir a que una especie puede ampliar o reducir su distribución en función de cambios en el ambiente ya que el factor de días de recuperación no parece seguir el modelo.

Según Armitage et al. (2013), la heterogeneidad espacial y temporal son ampliamente reconocidos como determinantes importantes en el ensamblaje de la comunidad; además se ha reportado que la riqueza y la abundancia de insectos varía según el pastoreo y perturbación del corte (Cagnolo *et al.* 2001). Dicho lo anterior, solamente el sistema silvopastoril (SSP) cumple con la heterogeneidad requerida y su objetivo principal es

mejorar, en el mediano y largo plazo, las condiciones de productividad, sostenibilidad y rentabilidad de las explotaciones. (Sánchez *et al.* 2009).

En cuanto a la diversidad expresada en abundancia en las 3 fincas muestreadas (Figura 1), la finca 1 (Flor del Campo) presentó mayor número de individuos benéficos (1402), seguido de la finca 2 (La Esmeralda) con 1249 y por último la finca 3 (El Corono) presentó la menor abundancia con 1121 individuos. Aun así estos valores son bastante cercanos entre sí, así que se podría entender que los resultados obtenidos fueron similares entre las tres fincas sin distinguir temporadas ya que las fincas se localizan en la misma región (Boyacá), salvo que la finca 1 está a 2798 m (municipio de Saboyá) comparado con la finca 2 y 3 que cuentan con alturas de 2581m y 2583m respectivamente (municipio de Chiquinquirá). Se debe resaltar que se encontró mayor abundancia en la finca 1 a pesar de tener 300m más respecto a las otras y según la literatura a mayor altura existe menor diversidad.

Para la riqueza de morfoespecies encontradas al comparar las fincas (Figura 2), 35 morfoespecies fueron anotadas para la Finca 1, 30 para la finca 2 y 36 morfoespecies para la finca 3. Al comparar la riqueza de morfoespecies entre fincas, se ve que no hay diferencias significativas entre una finca u otra, exceptuando a Hymenoptera que tuvo el máximo número de morfoespecies posibles si se compara a nivel de órdenes. Se puede sugerir que el sistema tradicional alberga mayor cantidad de individuos siendo este un ‘mejor’ sistema en cuanto a composición de especies benéficas únicamente. Ambos sistemas son igualmente productivos en cuanto a la riqueza, esto puede variar según las condiciones climáticas y la condición de la finca.

Las curvas de acumulación de especies (Figuras 10-14) según la metodología empleada para cada sistema, proveen una idea de qué porcentaje de las especies no quedaron registradas, evaluando la representatividad del muestreo (Villareal *et al.* 2004). Los individuos resultantes de los diferentes transectos no se encuentran tan alejados de los provistos por los estimadores usados, siendo Malaise-ST y Malaise SSP las metodologías con mayor eficiencia de muestreo. Estos resultados se pueden explicar desde las características propias de la trampa y según Jiménez- Valverde y Hortal (2003) la distinta

actividad diaria de las especies puede provocar que la hora a la que se muestree, afecte a la probabilidad de captura de éstas. En este caso, la trampa Malaise es la única metodología que está activa tanto de día como de noche, aumentando así la captura de las posibles especies benéficas.

Por otra parte, con el fin de explorar el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias se revisó el índice de similitud de Bray-Curtis (Figura 5) donde se esperaría que las terminales se agrupasen por sistema de producción o por finca. Los resultados arrojaron únicamente a los sistemas de la finca 3 (El COR ST y El COR SSP) como similares (84.8%) y sin agruparse las demás fincas y sistemas, el terminal más alejado fue LaESM –SSP respecto a los demás (Tabla 18).

En cuanto a la Prueba T para igualdad de medias de muestras independientes (Tablas 14-17), a un nivel de significancia de 0,05, no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula es decir que la abundancia ni la riqueza difieren entre los dos sistemas de producción. Esto se puede explicar de manera que la época del año influirá según las diferentes fenologías, que provocan que las probabilidades relativas de captura de las especies varíen según la fecha del muestreo (Jiménez- Valverde y Hortal 2003).

Históricamente el mes de junio (primer muestreo) hace parte de la segunda temporada seca en gran parte del país (IDEAM 2014 a), y por otra parte, Septiembre (segundo muestreo) hace parte de la transición de la temporada seca a la temporada lluviosa en gran parte del país con volúmenes relativamente bajos en gran parte del centro-sur de la región Andina y norte de la región Caribe. (IDEAM 2014 b). En cuanto a la temporada se concluyó que la riqueza es igual para las dos temporadas de muestreo, pero la abundancia si difiere entre las temporadas. Esto se puede explicar de manera que la época del año influirá según las diferentes fenologías, que provocan que las probabilidades relativas de captura de las especies varíen según la fecha del muestreo (Jiménez- Valverde y Hortal 2003).

Ahora bien, con la presencia del aliso es pertinente explorar que tan complementaria es la metodología de zarandeo ya que ésta se realiza sobre las cercas vivas que separan las parcelas y el SSP se compone principalmente de árboles como acacia, sauce y aliso, este

último (*Alnus acuminata*) es una especie pionera que puede encontrarse entre los 2.000 y 3.100 msnm, en zonas de ladera húmeda (Sánchez *et al.* 2009) y en las fincas muestreadas se utiliza como cercas vivas, promoviendo una amplia variedad de productos, incluyendo estacas vivas, forraje con alto valor nutritivo, madera y leña (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2010).

Las familias presentes en zarandeo fueron Coccinellidae, Reduviidae, Hemerobiidae y Nabidae. De las 4 familias, Nabidae comparte especímenes colectados con jameo pero las otras 3 son exclusivas del zarandeo excluyendo un morfotipo de Coccinellidae (*Eriopis* sp.) que se capturó en Jameo. Aunque sean solo 4 familias las capturadas en zarandeo respecto al total de 17 familias encontradas en todo el muestreo, Coccinellidae es de vital importancia como controlador de plaga ya que sus adultos y larvas son mayormente predadores activos, alimentándose principalmente de áfidos y cochinillas y algunas veces se especializan en cazar pequeños artrópodos, como los ácaros, hormigas y otros escarabajos (Casari & Ide 2012).

Por su parte, la familia Reduviidae, representada por un solo espécimen colectado, es de hábito depredador (Grazia *et al.* 2012) y las larvas y adultos de Hemerobiidae generalmente son depredadoras (Freitas & Penny 2012) lo que nos sugiere la validez de la metodología zarandeo para ser considerada dentro de otros proyectos ya que hay familias relevantes que solo se encuentran en SSP.

Si bien 4 familias fueron identificadas en los muestreos de zarandeo, se podría sugerir una variación en las cercas vivas, ya que en vez de ofrecer heterogeneidad al sistema se presta para ser un monocultivo, atrayendo plagas y componerse de los mismos insectos benéficos. Para esto se podría considerar cómo se ve afectada la abundancia y la composición de la entomofauna benéfica dentro del mismo sistema silvopastoril, pero con árboles distintos que ofrezcan buena calidad de forraje y no atraigan más plagas o inconvenientes al sistema.

Finalmente, las morfoespecies que se encuentran únicamente en un sistema u otro (Tabla 19) son la base para tratar de explicar o proponer, cuál sistema es ‘mejor’ y va a depender

desde el punto de vista que se trate. Se sugieren dos aproximaciones, la primera, en términos de qué tan eficiente es el sistema en la composición de insectos benéficos restringiéndose únicamente a aquellos que sean controladores directos del complejo de plagas de chinches de los pastos; y segundo, teniendo en cuenta todo el sistema y sus potenciales problemas como áfidos y otros fitófagos como cicadélidos independiente de si hay más benéficos totales o no. Teniendo en cuenta lo anterior, para ambos sistemas fue muy efectivo el grupo Hymenoptera ya que de las familias de registradas, todas pueden ser útiles para el control de plagas presentes en praderas de producción lechera ya que se tuvieron en cuenta aquellas subfamilias que por literatura se encontraron ser predominantes.

Por una parte se podría afirmar que el sistema tradicional es mejor ya que cuenta con mayor número de morfoespecies de Staphylinidae y de Syrphidae (Diptera), siendo Staphylinidae la segunda mayor familia de Coleoptera y generalmente son predadores (generalistas o especialistas) (Casari & Ide 2012). Por otra parte los sírfidos se les conoce por ser miméticos de himenópteros por su hábito polinizador, pero sus larvas son predadoras y algunos adultos son predadores de áfidos, trips, y larvas de Lepidoptera, desempeñando un papel semejante al de los coccinélidos (Carvalho et al 2012).

Por otra parte, el sistema silvopastoril ofrece mayor heterogeneidad por sus características intrínsecas y alberga mayor cantidad de morfotipos (respecto al ST) de la familia Coccinellidae y presenta una única familia, Reduviidae, ambos grupos de predadores generalistas, siendo Coccinellidae el más recurrente en la literatura.

Las demás familias pueden ser consideradas para el control de plagas agrícolas pero no específicas para los insectos plagas como el complejo de chinches de los pastos.

10. CONCLUSIONES

- Los grupos de insectos benéficos predominantes en orden de mayor número de familias reconocidas en el muestreo son los órdenes Hymenoptera con 6 superfamilias, Coleoptera e Hemiptera con 4 familias, seguido de Neuroptera con 2 y finalmente Odonata y Diptera con una familia respectivamente.

- Para la diversidad en términos de abundancia y riqueza contrastándola con el tipo de sistema (tradicional o silvopastoril) y la temporada de muestreo, no se lograron distinguir diferencias significativas que afectasen la abundancia dependiendo del sistema pero si existe una diferencia en cuanto a la temporada de muestreo.
- Para la riqueza no hubo diferencias significativas al comparar con el sistema de producción o con la temporada. Con estos resultados se pudo evidenciar que no existe correlación clara que explique cuál variable (tipo de sistema o días de recuperación) explica la variación de los datos.
- Aunque estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre la abundancia y riqueza a nivel de sistema de producción lechera, el sistema tradicional es más adecuado para el asentamiento de individuos benéficos al ser el sistema que presento mayor abundancia. Se puede sugerir que el sistema tradicional es un ‘mejor’ sistema en cuanto a composición de especies benéficas.
- Ambos sistemas son igualmente productivos en cuanto a la riqueza, esto puede variar según las condiciones climáticas y la condición de la finca.

11. RECOMENDACIONES

- Considerar otros métodos de muestreo como colecta manual y trampas pitfall para expandir la composición de insectos se encuentren allí. Al igual que aumentar el tiempo de exposición de la trampa Malaise.
- Ampliar el periodo de muestreo para ver si se presentan diferencias significativas entre los sistemas.
- Explorar el efecto de la variación de diversidad de árboles sobre la fauna benéfica al igual que la variación del tipo de arreglo silvopastoril.
- Identificar taxonómicamente los individuos a nivel de especie para poder sugerir un control más estricto y conocer las especies de importancia agrícola que aportan al sistema.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Chiquinquirá (2014) <http://www.chiquinquira-boyaca.gov.co/index.shtml> Consultado en Agosto 23 de 2014.
- Alcaldía de Saboyá (2014) <http://www.saboya-boyaca.gov.co/index.shtml#2>. Consultado en Agosto 23 de 2014
- Armitage AR, Ho C-K, Quigg A (2013) The Interactive Effects of Pulsed Grazing Disturbance and Patch Size Vary among Wetland Arthropod Guilds. PLoS ONE 8(10): e76672. doi:10.1371/journal.pone.0076672
- Auad A.M, Resende T.T, das Gracias M, da Silva DM (2011) Hymenoptera (Insecta: Hymenoptera) associated with silvopastoral systems. Agroforestry Systems 85:113–119
- Barreto N (2013). Situación actual del complejo de chinches de los pastos (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) en el Altiplano Cundiboyacense. Memorias 40° Congreso Socolen.
- Cagnolo L, Molina SI, Valladares GR (2001) Diversity and guild structure of insect assemblages under grazing and exclusion regimes in a montane grassland from Central Argentina. *Biodiversity and Conservation* 11: 407–420
- Carvalho CJB, Rafael JA, Couri MS, Silva VC (2012) Díptera En: Rafael J, Melo G, Carvalho C, Casari S, Constantino R. (ed) Insetos do Brasil. Holos editora, Ribeirão Preto, Brazil, pp 701-735
- Casari SA, Ide S (2012) Coleoptera En: Rafael J, Melo G, Carvalho C, Casari S, Constantino R. (ed) Insetos do Brasil. Holos editora, Ribeirão Preto, Brazil, pp 453-536
- Clark MR, Coupe MD, Bork EW, Cahill JF Jr. (2012) Interactive effects of insects and ungulates on root growth in a native grassland. *Oikos* 121: 1585–1592.
- Colwell RK (2013). EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide), Version 9.1
- Corpoica (2005). Red de recursos forrajeros. <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Publicaciones/2112.pdf> Consultado en Junio 2 de 2014.

- Ferreira PSF, Barreto-Triana N, Osorio-Mejía PA (2013) New species of plant bug associated with pastures in Colombia, and notes on the genera *Dolichomiris*, *Cynodonmiris*, and *Megaloceroea* (Hemiptera: Heteroptera: Miridae). *Zootaxa* 3709:473–482. doi: 10.11646/zootaxa.3709.5.5
- Ferreira N, Rigueiro A, Bianchetto E, Mosquera MR. (2014). Effect of lime and sewage sludge fertilisation on tree and understory interaction in a silvopastoral system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 188, 72–79
- Ferrufino A (1986). Entomofauna asociada con Pasturas en Chipiriri, Bolivia. *Pasturas Tropicales*. 8 (1): 18-21.
- Forero CA (2013). Capital social y financiero en la adopción de tecnologías ganaderas en las zonas rurales de Bogotá distrito capital. Tesis para optar por Magister scientia.
- Forlin AM (2010). Identificación de insectos plaga, alternativas para su control.
- Freitas S, Penny AD (2012) Neuroptera En: Rafael J, Melo G, Carvalho C, Casari S, Constantino R. (ed) *Insetos do Brasil*. Holos editora, Ribeirão Preto, Brazil, pp 537-546
- Grazia J, Cavichioli RR, Wolff VRS, Takiya DM (2012) Hemiptera. En: Rafael J, Melo G, Carvalho C, Casari S, Constantino R. (ed) *Insetos do Brasil*. Holos editora, Ribeirão Preto, Brazil, pp 347-405
- Haas F (2012). Dermaptera. En: Rafael J, Melo G, Carvalho C, Casari S, Constantino R. (ed) *Insetos do Brasil*. Holos editora, Ribeirão Preto, Brazil, pp 297-305
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales “IDEAM”. Boletín Informativo sobre el monitoreo de los fenómenos de “El Niño” y “La Niña”. Boletín N° 69 Junio de 2014a. Colombia
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales “IDEAM”. Boletín Informativo sobre el monitoreo de los fenómenos de “El Niño” y “La Niña”. Boletín N° 72 Septiembre de 2014b. Colombia.
- Jiménez-Valverde A, Hortal J (2003) Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Vol. 8, 31-XII Pp: 151 – 161

- Jiménez F (2005) Investigación en sistemas silvopastoriles de la zona de ladera del trópico colombiano. En: Corpoica Red de Recursos Forrajeros, pp 30-31
- Martínez E, Barreto N (1998). La Chinche de los Pastos *Collaria scenica* Stal. en la Sabana de Bogotá. Nidia Ramírez (ed) .Santa Fe de Bogotá. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica. 66 p.
- Mahecha L, Gallego LA, Peláez JM (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Vol. 15: 2
- McAlecece N, Gage JDG, Lamshead PJD, Paterson GLJ (1997). BioDiversity Professional statistics analysis software.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2010) Ciencia y tecnología para la competitividad del sector agropecuario 2002-2010: Resultados de algunos proyectos cofinanciados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Nahed-Toral J, Valdivieso-Perez A, Aguilar- Jimenez R, Cámara-Cordova J, Grande-Cano D. (2013) Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. Journal of Cleaner Production 57, 266-279
- Nájera MB, Souza B (2010). Insectos Benéficos. Guía para su Identificación. México.
- Pérez E, Soca M, Díaz L, Corzo M. (2008). Comportamiento etológico de bovinos en sistemas silvopastoriles en Chiapas, México. Pastos y Forrajes, Vol. 31, No. 2.
- Rafael J, Melo G, Carvalho C, Casari S, Constantino R. (ed) (2012). Insetos do Brasil. Holos editora, Ribeirão Preto, Brazil
- Rivera LF, Armbrrect, Calle Z. (2013) Silvopastoral systems and ant diversity conservation in a cattle-dominated landscape of the Colombian Andes. Agriculture, Ecosystems and Environment 181, 188–194
- Sánchez L, Amado GM, Criollo PJ, Carvajal T, Roa J et al. (2009) El aliso (*Alnus acuminata* H.B.K) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. Corpoica 56 p. Colombia.
- Suttie JM, Reynolds SG, Batello C (2005) Grasslands of the world. Plant production and protection series No. 34.

- Villareal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G et al. (2004) Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia 236p.
- Zucchi RA, Neto SS (2012) Entomología agrícola. En: Rafael J, Melo G, Carvalho C, Casari S, Constantino R. (ed) Insetos do Brasil. Holos editora, Ribeirão Preto, Brazil, pp 139-150

13. ANEXOS

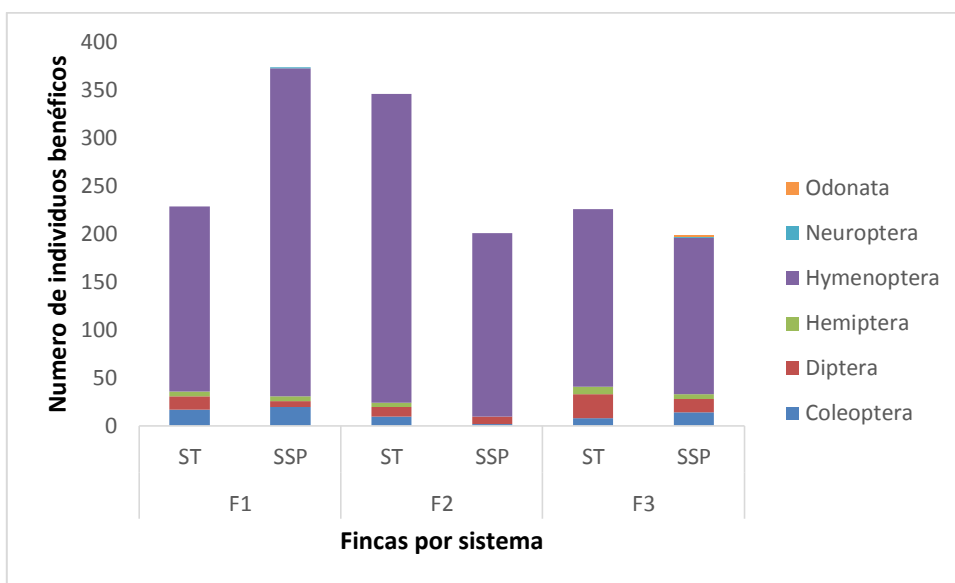


Figura 6. Abundancia de insectos benéficos por orden para la temporada 1.

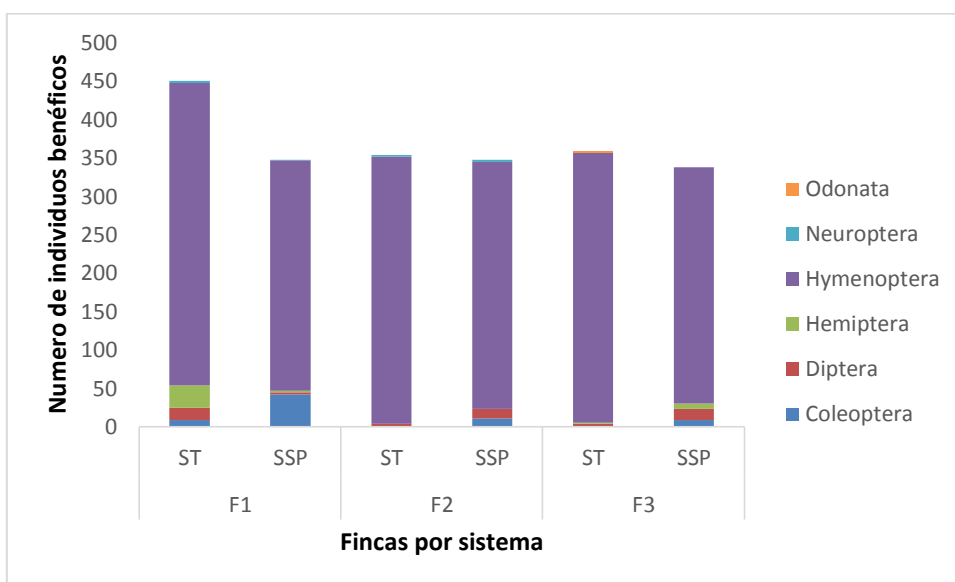


Figura 7. Abundancia de insectos benéficos por orden para la temporada 2.

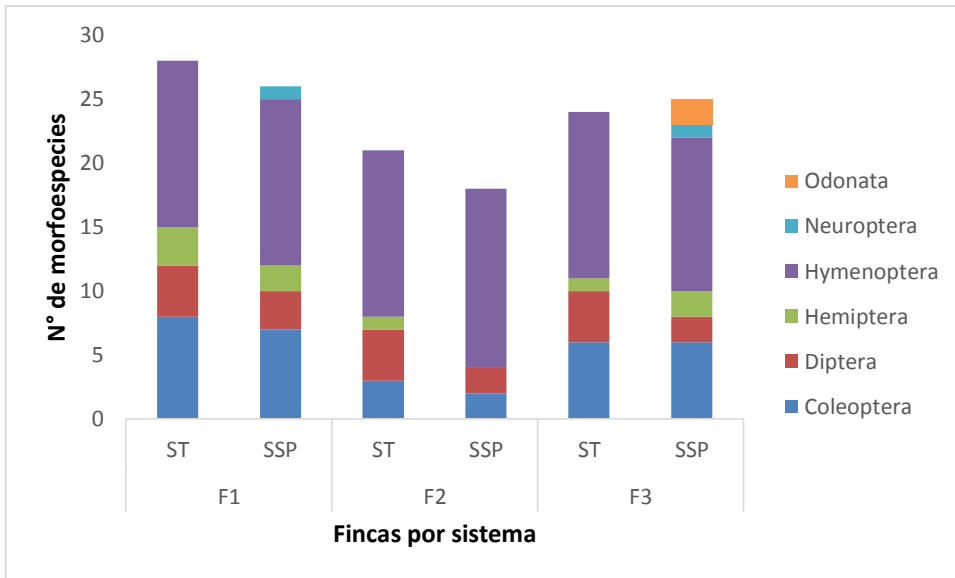


Figura 8. Riqueza de insectos benéficos por orden para la temporada 1.

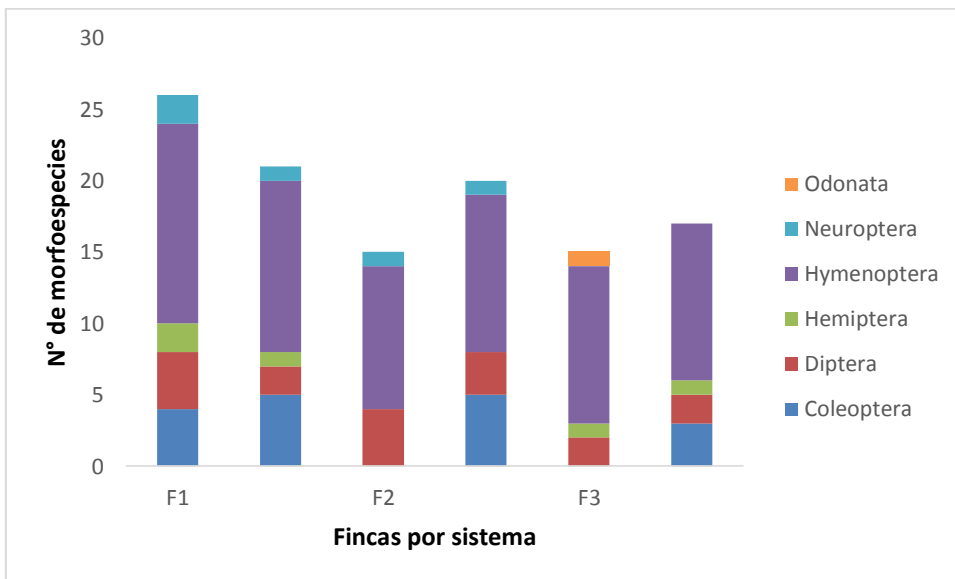


Figura 9 Riqueza de insectos benéficos por orden para la temporada 2.

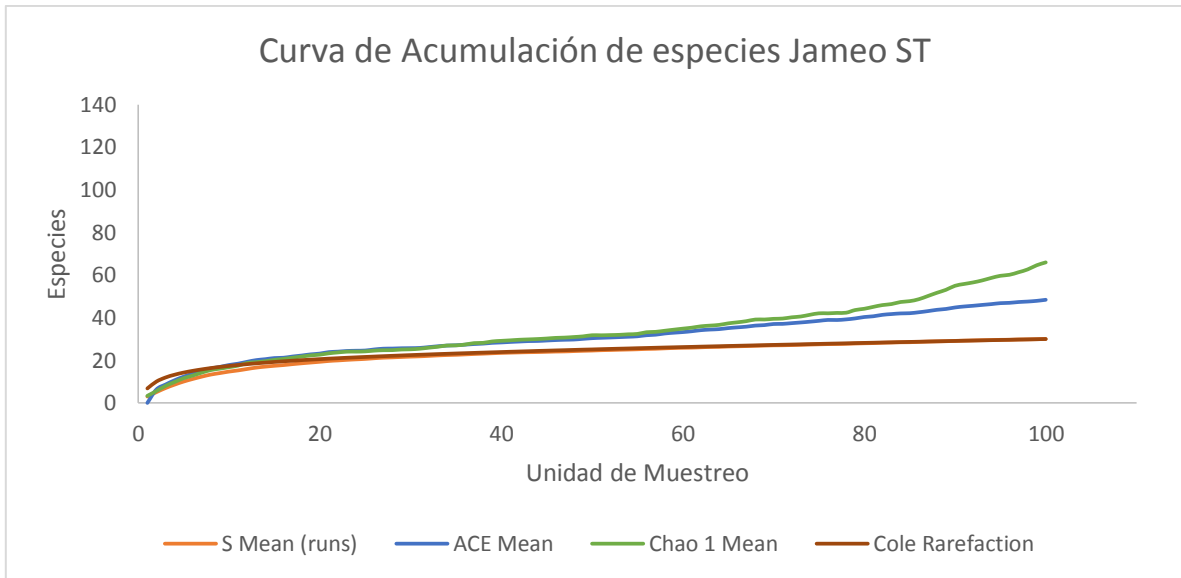


Figura 10. Curva de acumulación de especies para Jameo ST. S Mean (runs) son los datos observados de ambas temporadas para las tres fincas del muestreo.

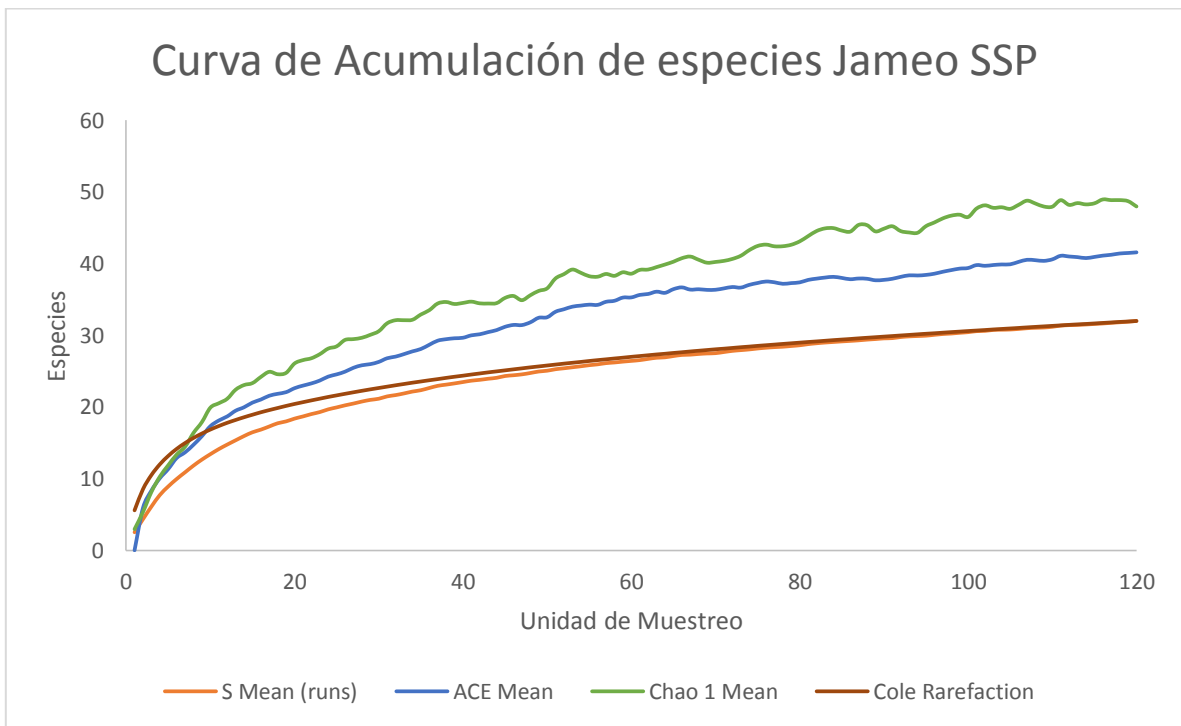


Figura 11. Curva de acumulación de especies para Jameo SSP. S Mean (runs) son los datos observados de ambas temporadas para las tres fincas del muestreo.

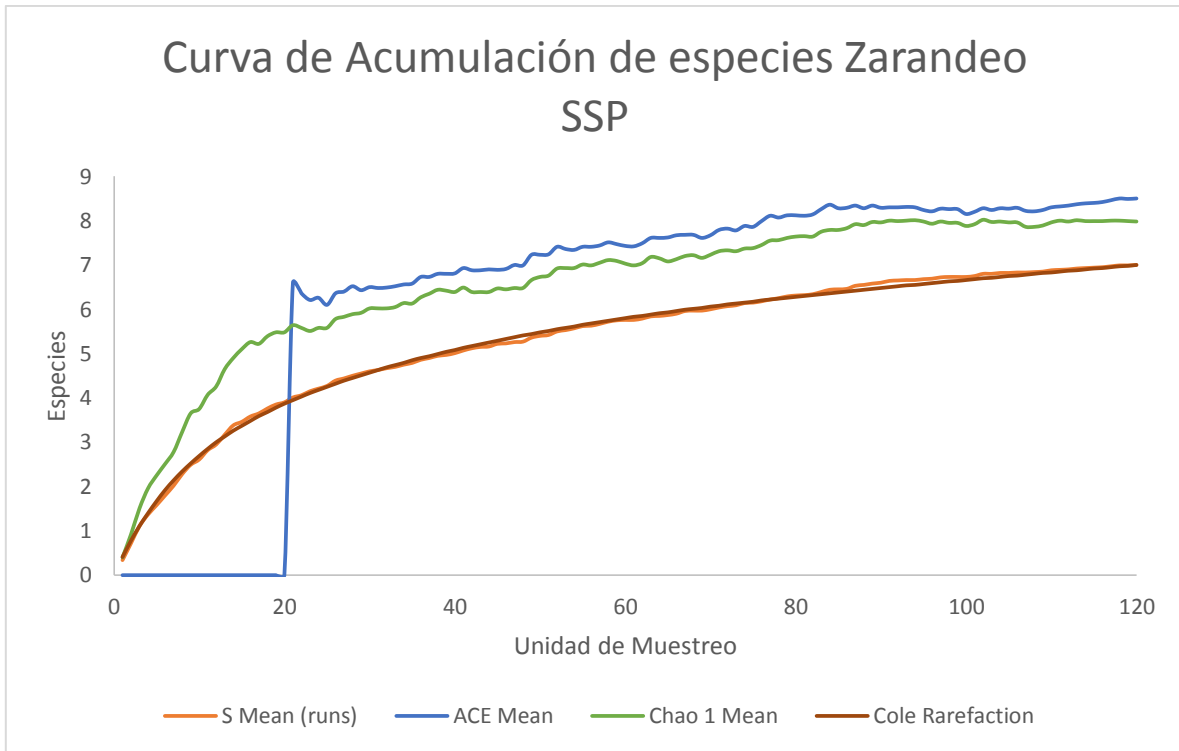


Figura 12. Curva de acumulación de especies para Zarandeo SSP. S Mean (runs) son los datos observados de ambas temporadas para las tres fincas del muestreo.

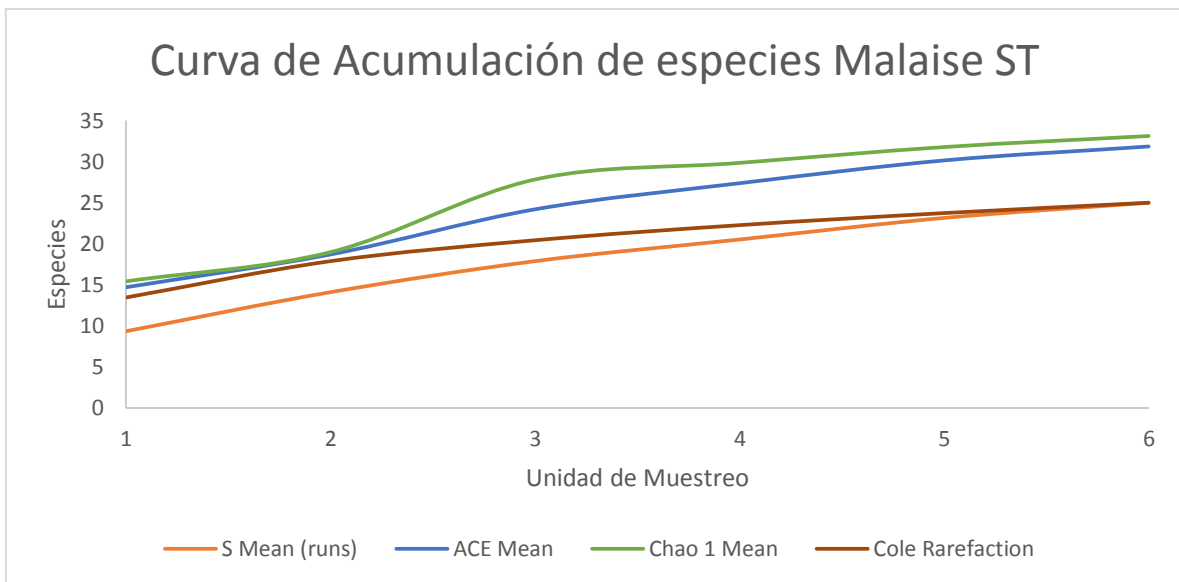


Figura 13. Curva de acumulación de especies para Malaise ST. S Mean (runs) son los datos observados de ambas temporadas para las tres fincas del muestreo.

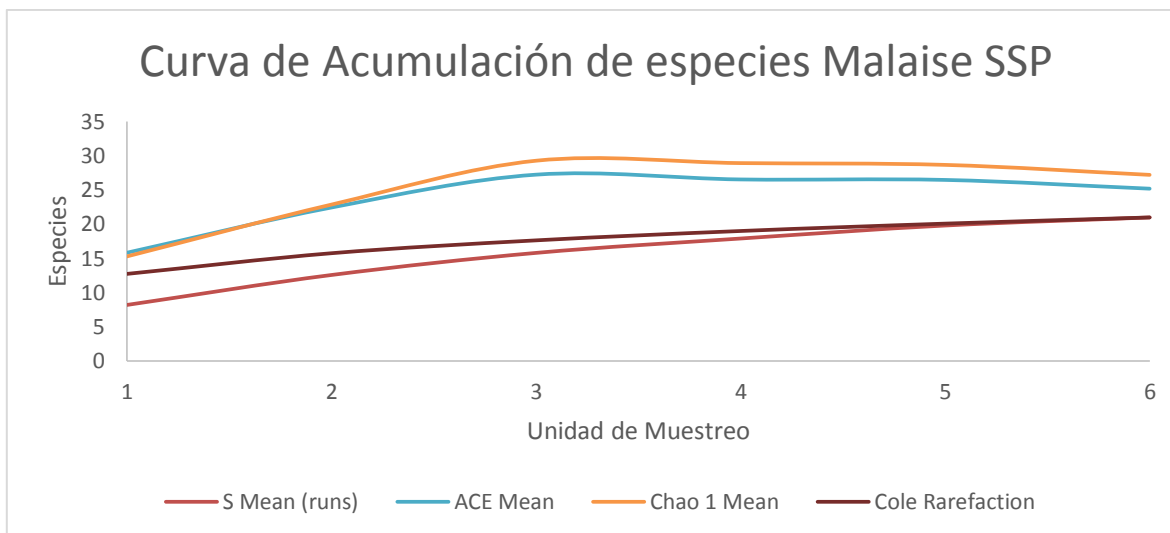


Figura 14. Curva de acumulación de especies para Malaise SSP. S Mean (runs) son los datos observados de ambas temporadas para las tres fincas del muestreo.

Tabla 9. Abundancia encontrada para la temporada 1 teniendo en cuenta todas las metodologías.

| Finca | Tipo de sistema | Coleoptera | Diptera | Hemiptera | Hymenoptera | Neuroptera | Odonata |
|-------|-----------------|------------|---------|-----------|-------------|------------|---------|
| 1 | 1 | 17 | 14 | 5 | 193 | 0 | 0 |
| | 2 | 20 | 6 | 5 | 342 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 10 | 10 | 4 | 322 | 0 | 0 |
| | 2 | 2 | 8 | 0 | 191 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 8 | 25 | 8 | 185 | 0 | 0 |
| | 2 | 14 | 14 | 5 | 163 | 1 | 2 |

Tabla 10. Abundancia encontrada para la temporada 2 teniendo en cuenta todas las metodologías.

| Finca | Tipo de sistema | Coleoptera | Diptera | Hemiptera | Hymenoptera | Neuroptera | Odonata |
|-------|-----------------|------------|---------|-----------|-------------|------------|---------|
| 1 | 1 | 9 | 16 | 29 | 394 | 3 | 0 |
| | 2 | 42 | 3 | 2 | 300 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 348 | 2 | 0 |
| | 2 | 11 | 12 | 0 | 322 | 3 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 4 | 1 | 352 | 0 | 1 |
| | 2 | 9 | 14 | 7 | 308 | 0 | 0 |

Tabla 11. Riqueza encontrada para la temporada 1 teniendo en cuenta todas las metodologías

| Finca | Tipo de sistema | Coleoptera | Diptera | Hemiptera | Hymenoptera | Neuroptera | Odonata |
|-------|-----------------|------------|---------|-----------|-------------|------------|---------|
| 1 | 1 | 8 | 4 | 3 | 13 | 0 | 0 |
| | 2 | 7 | 3 | 2 | 13 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 3 | 4 | 1 | 13 | 0 | 0 |
| | 2 | 2 | 2 | 0 | 14 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 6 | 4 | 1 | 13 | 0 | 0 |
| | 2 | 6 | 2 | 2 | 12 | 1 | 2 |

Tabla 12. Riqueza encontrada para la temporada 2 teniendo en cuenta todas las metodologías

| Finca | Tipo de sistema | Coleoptera | Diptera | Hemiptera | Hymenoptera | Neuroptera | Odonata |
|-------|-----------------|------------|---------|-----------|-------------|------------|---------|
| 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 14 | 2 | 0 |
| | 2 | 5 | 2 | 1 | 12 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 10 | 1 | 0 |
| | 2 | 5 | 3 | 0 | 11 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 2 | 1 | 11 | 0 | 1 |
| | 2 | 3 | 2 | 1 | 11 | 0 | 0 |

Tabla 13. Número de Individuos totales por morfoespecie para cada uno de los 6 puntos de muestreo en las dos temporadas. FDC- ST: Flor del campo (finca 1) sistema tradicional; FDC-SSP: Flor del campo (finca 1) sistema silvopastoril; LaESM –ST: La Esmeralda (finca 2) sistema tradicional; LaESM –SSP: La Esmeralda (finca 2) sistema silvopastoril; EICOR-ST: El Corono (finca 3) sistema tradicional; EICOR-SSP: El Corono (finca 3) sistema silvopastoril.

| Morfoespecies /Muestra | FDC- ST | FDC- SSP | LaESM - ST | LaESM - SSP | EICOR- ST | EICOR- SSP |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Carabidae 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Ceratocombidae 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Chalcidoidea 1 | 18 | 12 | 40 | 43 | 30 | 22 |
| Chalcidoidea 2 | 29 | 14 | 75 | 12 | 12 | 7 |
| Chalcidoidea 3 | 23 | 14 | 38 | 4 | 20 | 17 |
| Chrysidoidea 1 | 8 | 16 | 8 | 16 | 6 | 17 |
| Chrysopidae 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Coccinellidae 1 | 5 | 2 | 5 | 1 | 1 | 2 |
| Coccinellidae 2 | 3 | 22 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| Coccinellidae 3 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Coccinellidae 4 | 0 | 21 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Coccinellidae 5 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 7 |
| Coenagrionidae 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Coenagrionidae 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Coenagrionidae 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Hemerobiidae 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| Ichneumonoidea 1 | 107 | 77 | 29 | 7 | 28 | 3 |
| Ichneumonoidea 2 | 120 | 175 | 161 | 28 | 142 | 101 |
| Ichneumonoidea 3 | 59 | 63 | 101 | 48 | 73 | 72 |
| Ichneumonoidea 4 | 33 | 110 | 88 | 71 | 105 | 102 |
| Ichneumonoidea 5 | 38 | 90 | 42 | 58 | 43 | 37 |
| Ichneumonoidea 6 | 10 | 10 | 1 | 16 | 13 | 16 |
| Nabidae 1 | 30 | 6 | 4 | 0 | 8 | 6 |
| Platygastroidea 1 | 10 | 8 | 0 | 15 | 7 | 2 |
| Proctotrupoidea 1 | 50 | 14 | 41 | 74 | 31 | 37 |
| Proctotrupoidea 2 | 79 | 39 | 43 | 14 | 27 | 36 |
| Reduviidae 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Saldidae 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Staphylinidae 1 | 5 | 8 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Staphylinidae 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Staphylinidae 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Staphylinidae 4 | 8 | 0 | 4 | 1 | 2 | 5 |
| Staphylinidae 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Staphylinidae 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Staphylinidae 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Staphylinidae 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Syrphidae 1 | 7 | 6 | 4 | 14 | 10 | 16 |
| Syrphidae 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Syrphidae 3 | 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Syrphidae 4 | 7 | 2 | 5 | 4 | 15 | 10 |
| Syrphidae 5 | 10 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 |
| Syrphidae 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Vespoidea 1 | 3 | 0 | 3 | 1 | 0 | 2 |

Tabla 14. Prueba T para la igualdad de medias de Abundancia vs Sistema

Prueba de muestras independientes

| | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|---|--|------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|-----------|
| | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Abundancia Se han asumido varianzas iguales | ,002 | ,965 | ,543 | 10 | ,599 | 26,00000 | 47,87159 | - 80,66454 | 132,66454 |
| No se han asumido varianzas iguales | | | ,543 | 9,931 | ,599 | 26,00000 | 47,87159 | - 80,76443 | 132,76443 |

Tabla 15. Prueba T para la igualdad de medias de Abundancia vs Sistema

Prueba de muestras independientes

| | | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|------------|-------------------------------------|--|------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|-----------|
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Abundancia | Se han asumido varianzas iguales | 4,822 | ,053 | -2,892 | 10 | ,016 | -103,6667 | 35,84147 | -183,52644 | -23,80689 |
| | No se han asumido varianzas iguales | | | -2,892 | 7,743 | ,021 | -103,6667 | 35,84147 | -186,79782 | -20,53551 |

Tabla 16. Prueba T para la igualdad de medias de Riqueza vs Sistema

Prueba de muestras independientes

| | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|--|--|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|----------|
| | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Riqueza Se han asumido varianzas iguales | ,045 | 0,836 | 2,010 | 10 | 0,072 | 4,66667 | 2,32140 | - ,50573 | 9,83906 |
| No se han asumido varianzas iguales | | | 2,010 | 9,945 | ,072 | 4,66667 | 2,32140 | - ,50960 | 9,84293 |

Tabla 17. Prueba T para la igualdad de medias de Riqueza vs Temporada

Prueba de muestras independientes

| | Prueba de Levene para la igualdad de varianzas | | Prueba T para la igualdad de medias | | | | | | |
|--|--|------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|-----------------------------|---|----------|
| | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Error típ. de la diferencia | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| | | | | | | | | Inferior | Superior |
| Riqueza Se han asumido varianzas iguales | 2,154 | ,173 | ,121 | 10 | ,906 | ,33333 | 2,74874 | - 5,79123 | 6,45790 |
| No se han asumido varianzas iguales | | | ,121 | 8,150 | ,906 | ,33333 | 2,74874 | - 5,98504 | 6,65171 |

Tabla 18. Matriz de Similitud Bray-Curtis

| | FDC-ST | FDC-SSP | LaESM-ST | LaESM-SSP | EICOR-ST | EICOR-SSP |
|-----------|--------|---------|----------|-----------|----------|-----------|
| FDC-ST | * | 68,1916 | 68,7954 | 53,8805 | 69,7306 | 66,6116 |
| FDC-SSP | * | * | 70,5137 | 55,6701 | 76,7816 | 69,7526 |
| LaESM-ST | * | * | * | 57,9178 | 80,8411 | 73,3766 |
| LaESM-SSP | * | * | * | * | 64,2648 | 67,8974 |
| EICOR-ST | * | * | * | * | * | 84,4086 |
| EICOR-SSP | * | * | * | * | * | * |

Tabla 19. Morfoespecies presentes únicamente en cada sistema

| Sistema Tradicional | Sistema Silvopastoril |
|------------------------------|------------------------------|
| Ceratocombidae 1 (Hemiptera) | Coccinellidae 3 (Coleoptera) |
| Coenagrionidae 1 (Odonata) | Coccinellidae 4 (Coleoptera) |
| Staphylinidae 4 (Coleoptera) | Coccinellidae 5 (Coleoptera) |
| Staphylinidae 5 (Coleoptera) | Coenagrionidae 2 (Odonata) |
| Staphylinidae 6 (Coleoptera) | Coenagrionidae 3 (Odonata) |
| Syrphidae 3 (Diptera) | Reduviidae 1 (Hemiptera) |
| Syrphidae 5 (Diptera) | Staphylinidae 7 (Coleoptera) |
| Syrphidae 6 (Diptera) | |