

**INSECTOS ASOCIADOS ENTRE UN CULTIVO AGROECOLÓGICO DE
CURUBA (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) Y UN FRAGMENTO DE
BOSQUE ALTO ANDINO DE LA SABANA DE BOGOTÁ**

**DANIELA ROCÍO ESPEJO GONZÁLEZ
JONHY ALEXÁNDER HIDALGO MARTÍN**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA AGROECOLÓGICA
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA
2013**

**INSECTOS ASOCIADOS ENTRE UN CULTIVO AGROECOLÓGICO DE
CURUBA (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) Y UN FRAGMENTO DE
BOSQUE ALTO ANDINO DE LA SABANA DE BOGOTÁ**

**DANIELA ROCÍO ESPEJO GONZÁLEZ
JONHY ALEXÁNDER HIDALGO MARTÍN**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO (A) EN AGROECOLOGÍA**

**Dirección
MAIKOL Y. SANTAMARÍA G.
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA M.Sc**

**Codirección
JOHANNA FERNANDEZ
BIOLOGA M.Sc**

**Asesor científico
LUISA FERNANDA GALINDO Ph.D.**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA AGROECOLÓGICA
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA
2013**

Nota de aprobación

El trabajo de grado titulado “INSECTOS ASOCIADOS ENTRE UN CULTIVO AGROECOLÓGICO DE CURUBA (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) Y UN FRAGMENTO DE BOSQUE ALTO ANDINO DE LA SABANA DE BOGOTÁ”, presentado por los estudiantes Daniela Rocío Espejo González y Jonhy Alexander Hidalgo Martín, para optar al título de Ingeniero (a) en Agroecología, fue revisado por el jurado y calificado como:

Aprobado

Director

Codirector

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional durante proceso de formación profesional. A cada uno de los docentes, compañeros y amigos con los cuales compartimos espacios de aprendizaje y siempre estuvieron presentes con su voz de aliento en momentos de dificultad.

A Maikol Santamaría, Johanna Fernández y Luisa Galindo, por su asesoría, disponibilidad de tiempo, conocimientos, experiencias, paciencia y motivación durante el desarrollo de esta tesis. De igual manera a la Corporación Universitaria Minuto de Dios por haber financiado el 100% del proyecto.

A profesionales que colaboraron con la identificación taxonómica de algunos especímenes, especialmente a Everth Emilio Ebratt Ravelo y Angela Patricia Castro, investigadores del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

A la Colección Taxonómica Nacional Luis María Murillo (Tibaitatá) por permitirnos el acceso a su material entomológico.

Finalmente a FUNDASES por el espacio brindado en la Granja Vivero Coraflor, a cada uno de sus trabajadores y administradores, por su colaboración durante la fase de trabajo de campo.

CONTENIDO

NOTA DE APROBACIÓN	3
AGRADECIMIENTOS	4
CONTENIDO.....	5
1.INTRODUCCIÓN.....	8
2.OBJETIVOS.....	10
2.1OBJETIVO GENERAL.....	10
2.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3.REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
3.1FRUTALES EN COLOMBIA.....	11
3.2FAMILIA PASSIFLORACEA EN COLOMBIA.....	12
3.3BOSQUE ALTOANDINO.	14
3.4ECOSISTEMAS FORESTALES ANDINOS.....	16
3.5BIODIVERSIDAD DE BOSQUE ALTOANDINO	17
3.6SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	17
3.7CONSERVACIÓN Y MANEJO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES.....	19
3.8IMPORTANCIA DEL CONTROL BIOLÓGICO NATURAL	20
3.9DIVERSIDAD DE INSECTOS EN AGROECOSISTEMAS.....	22
3.10ESTRUCTURA DEL PAISAJE AGRÍCOLA Y BIODIVERSIDAD DE INSECTOS	26
4.MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
4.1LOCALIZACIÓN.....	28
4.2DETERMINACIÓN DE LOS INSECTOS REPORTADOS COMO PLAGA, POLINIZADORES Y ENEMIGOS NATURALES PRESENTES EN EL CULTIVO DE CURUBA Y EL FRAGMENTO DE BOSQUE.....	30
5.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
5.1DETERMINACIÓN DE LOS INSECTOS REPORTADOS COMO PLAGA DE LA CURUBA (PASSIFLORA TRIPARTITA VAR. MOLLISSIMA), SUS ENEMIGOS NATURALES Y POLINIZADORES EN EL CULTIVO Y EL FRAGMENTO DE BOSQUE.....	36
5.2RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE LOS INSECTOS REPORTADOS COMO PLAGA DE LA CURUBA (PASSIFLORA TRIPARTITA VAR. MOLLISSIMA), SUS ENEMIGOS NATURALES Y POLINIZADORES EN EL CULTIVO Y EN EL FRAGMENTO DE BOSQUE.....	45
5.3DISTRIBUCIÓN ESPACIOTEMPORAL DE LOS INSECTOS REPORTADOS COMO PLAGA DEL CULTIVO DE LA CURUBA (PASSIFLORA TRIPARTITA VAR. MOLLISSIMA), SUS ENEMIGOS NATURALES Y POLINIZADORES EN EL CULTIVO Y EN EL FRAGMENTO DE BOSQUE.....	49
5.4.TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN A PRODUCTORES, COMUNIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL.....	62
6.CONCLUSIONES.....	62
7.RECOMENDACIONES.....	63
8.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS.....	81

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. RIQUEZA DE ESPECIES DE PASSIFLORA EN COLOMBIA CON LOS PUNTOS DE LOS SITIOS DE COLECCIÓN. (FUENTE: OCAMPO ET AL. 2010).....	13
FIGURA 2. COBERTURAS BOSCOSAS DE COLOMBIA (FUENTE: LEYVA 1998).....	14
FIGURA 3. TIPOS DE TRAMPAS. TRAMPA DE CAÍDA (A). TRAMPA MALAISE (B). CAPTURA CON JAMA (C). TRAMPA MCPHAIL (D). TRAMPA DE LUZ (E).....	32
FIGURA 4. MOSCA PERTENECIENTE A LA FAMILIA TEPHRITIDAE RECUPERADA EN EL ÁREA DE BOSQUE (FUENTE: AUTORES).....	37
FIGURA 5. MOSCA DE LA FAMILIA LONCHAEIDAE RECUPERADA EN BOSQUE Y CULTIVO (FUENTE: AUTORES).	38
FIGURA 6. ESCARABAJO DE LA FAMILIA CURCULIONIDAE RECUPERADA EN BOSQUE Y CULTIVO (FUENTE: AUTORES).....	38
FIGURA 7. ESCARABAJO DE LA FAMILIA CHRYSOMELIDAE RECUPERADA EN BOSQUE Y CULTIVO (FUENTE: AUTORES).....	38
FIGURA 8. CHINCHE DE LA FAMILIA CICADELLIDAE RECUPERADA CULTIVO (FUENTE: AUTORES).....	39
FIGURA 9. LARVA Y MARIPOSA DE LA FAMILIA NYMPHALIDAE RECUPERADA EN CULTIVO. A. LARVA CONSUMIENDO FOLIOS DE PLANTAS DE CURUBA. B. ADULTO (FUENTE: AUTORES).....	39
FIGURA 10. AVISPA DE LA FAMILIA BRACONIDAE RECUPERADA EN BOSQUE Y CULTIVO (FUENTE: AUTORES).	41
FIGURA 11. ESPECÍMINES DE LA FAMILIA ICHNEUMONIDAE RECUPERADA EN BOSQUE Y CULTIVO. (FUENTE: AUTORES).....	41
FIGURA 12. AVISPA DE LA FAMILIA MEGASPILIDAE RECUPERADA EN BOSQUE Y CULTIVO (FUENTE: AUTORES).....	42
FIGURA 13. AVISPA DE LA FAMILIA DIAPRIIDAE RECUPERADA EN BOSQUE Y CULTIVO (FUENTE: AUTORES).....	42
FIGURA 14. MOSCAS DE LA FAMILIA SYRPHIDAE RECUPERADA EN BOSQUE Y CULTIVO. (FUENTE: AUTORES).....	42
FIGURA 15. ESPECÍMENES DE LA FAMILIA APIDAE RECUPERADA EN CULTIVO. A. VISTA DORSAL. B. VISTA LATERAL (FUENTE: AUTORES).....	44
FIGURA 16. HIMENÓPTERO DE LA FAMILIA HALICTIDAE RECUPERADA EN CULTIVO (FUENTE: AUTORES).....	44
FIGURA 17. DIFERENTES INDIVIDUOS DE LA FAMILIA TACHINIDAE RECUPERADA EN BOSQUE Y CULTIVO (FUENTE: AUTORES).....	44

FIGURA 18. NÚMERO DE INSECTOS RECOLECTADOS DEL ORDEN DIPTERA EN CULTIVO Y BOSQUE DURANTE OCTUBRE DE 2012 Y MARZO DE 2013.....	50
FIGURA 19. NÚMERO DE INSECTOS RECOLECTADOS DEL ORDEN HEMIPTERA EN CULTIVO Y BOSQUE DURANTE OCTUBRE DE 2012 Y MARZO DE 2013.....	51
FIGURA 20. NÚMERO DE INSECTOS RECOLECTADOS DEL ORDEN COLEOPTERA EN CULTIVO Y BOSQUE DURANTE OCTUBRE DE 2012 Y MARZO DE 2013.....	52
FIGURA 21. NÚMERO DE INSECTOS RECOLECTADOS DEL ORDEN LAPIOPTERA EN CULTIVO Y BOSQUE DURANTE OCTUBRE DEL 2012 Y MARZO DEL 2013.....	53
FIGURA 22. NÚMERO DE INSECTOS RECUPERADOS DEL ORDEN HYMENOPTERA EN CULTIVO Y BOSQUE DURANTE OCTUBRE DE 2012 Y MARZO DE 2013.....	54
FIGURA 23. TIPO DE VEGETACIÓN DEL FRAGMENTO DE BOSQUE ALTO ANDINO POR TRANSECTO.....	56
FIGURA 24. NÚMERO DE ESPECÍMENES POR FAMILIA HALLADOS POR TRANSECTO EN EL FRAGMENTO DE BOSQUE ALTO ANDINO.....	58
FIGURA 25. PORCENTAJES POR TRANSECTO DE ÓRDENES DE FAMILIAS CONSIDERADAS DE IMPORTANCIA AGROECOLÓGICA.....	60
FIGURA 26. JORNADA DE SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS EN LA GRANJA CORAFLOR.....	62

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. INSECTOS REPORTADOS COMO PLAGA RECUPERADOS EN EL CULTIVO Y EL FRAGMENTO DE BOSQUE.....	37
TABLA 2. INSECTOS ENEMIGOS NATURALES RECUPERADOS EN EL CULTIVO Y EL FRAGMENTO DE BOSQUE.....	41

TABLA 3. INSECTOS POLINIZADORES RECUPERADOS EN EL CULTIVO Y EL FRAGMENTO DE BOSQUE.....	43
TABLA 4. NÚMERO DE INDIVIDUOS CAPTURADOS POR ORDEN EN CULTIVO Y BOSQUE.....	45
TABLA 5. ORDENES Y FAMILIAS RECUPERADAS EN BOSQUE ALTO ANDINO Y CULTIVO DE CURUBA.....	46
TABLA 6. INDICE DE RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE MARGALEF Y DE SIMPSON PARA LOS DOS HÁBITATS DE ESTUDIO.....	47
TABLA 7. FAMILIAS DE INSECTOS DE IMPORTANCIA AGROECOLÓGICA HALLADAS EN BOSQUE ALTO ANDINO Y EL CULTIVO AGROECOLÓGICO DE CURUBA.....	48
TABLA 8. NÚMERO DE ESPECÍMENES CAPTURADOS POR TRANSECTO DE LAS FAMILIAS DE IMPORTANCIA AGROECOLÓGICA EN EL FRAGMENTO DE BOSQUE ALTO ANDINO.....	56

1. INTRODUCCIÓN

Los frutales en Colombia representan uno de los renglones más importantes de la economía del sector agrícola y esto se refleja con el aumento anual promedio de 4.7% en su producción (Ortiz *et al.* 2002; Conpes 2008; DANE 2011). La variedad de frutas, las ventajas comparativas de la producción

tropical y la creciente demanda en los mercados internacionales determinan el crecimiento potencial de este renglón en Colombia (Conpes 2008).

Según Ocampo (2007) dentro de los frutales más importantes de Colombia se encuentran las pasifloras. Colombia, cuenta con 167 especies de la familia Passifloraceae y aproximadamente el 81% de estas se encuentran en bosques, de la zona andina. Actualmente solo 9 son cultivadas y entre ellas las que ocupan la mayor área sembrada y mayor producción son el Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), Gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) y Curuba *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Nielsen & Jorgensen).

Entre las pasifloras cultivadas la curuba es uno de los frutales más importantes de clima frío, sembrada principalmente en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Cauca y Nariño (Reina 1995). Actualmente el manejo de este sistema productivo se ha basado en estrategias convencionales que han derivado en limitantes fitosanitarias representadas principalmente en insectos plaga (Coto & Saunders 2004). Los órdenes de insectos fitófagos de la curuba más importantes son Lepidoptera, (familias *Noctuidae* y *Nymphalidae*), Diptera (familia *Lonchaeidae*), Hymenoptera y Coleoptera (Rogg 2000). Sin embargo Peña (2003) dice que no todos los insectos son plaga dado que, existen insectos benéficos para los agroecosistemas, como el caso de aquellos insectos encargados de la polinización en pasifloráceas, como *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), *Xilocopa varipunct*, (Hymenoptera: Anthophoridae) y *Erisatalinus arvorum* (Diptera: Shyrphidae) entre otros.

El conocimiento de la biodiversidad de insectos representada en fitófagos, enemigos naturales y polinizadores es la base para el diseño de estrategias agroecológicas fundamentadas en el aprovechamiento de los servicios que ofrecen los ecosistemas naturales que albergan a tales organismos. Dentro de estos servicios ecosistémicos encontramos el control biológico de poblaciones plaga y polinización natural, que finalmente inciden en la reducción del uso de insumos de síntesis química (Altieri & Nicholls 2007, Santamaría *et al.* 2012).

Los bosques andinos comprendidos entre 2900 y 3800 msnm se denominan altoandinos y según Cleef (1983), se caracterizan como un estrato de árboles y arbustos de 3 m y 8 m de alto. A pesar de ser uno de los biomas más diversos del mundo, el bosque alto andino Colombiano ha sido fragmentado y desplazado por paisajes agropecuarios, plantaciones forestales de especies exóticas, e invadido por procesos de paramización (Cortés *et al.* 1990; Rodríguez *et al.* 2004; Hammen s.f). De acuerdo con Sarmiento *et al* (2002) la fragmentación de estos ecosistemas es considerada como una de las principales causantes de grandes cambios en el ambiente, en donde la composición, estructura y función original de un ecosistema se han alterado,

provocando dinámicas muy diferentes sobre las poblaciones biológicas que allí se sustentan. Estos factores modifican la composición y abundancia de las especies de un ecosistema e incrementan su vulnerabilidad, lo que en última instancia representa una mayor pérdida de biodiversidad.

Los servicios ecosistémicos además de proveer bienes y otorgar beneficios, están a cargo de la sociedad que los aprovecha, por ello las funciones sociales de los bosques son a menudo más difíciles de medir y pueden variar mucho de un país a otro, según su nivel de desarrollo y sus tradiciones (FAO 2012). De lo anterior se puede inferir que los bienes que prestan los bosques a la sociedad (trabajo, valorización de la producción, suministros de energía y sostenibilidad del total del entorno productivo) (FAO 2012).

Es por esto que el estudio de los insectos asociados entre un ecosistema natural y un sistema productivo no solo permite evaluar la incidencia en cuanto al rol ecológico de los insectos, sino que también conocer la importancia de preservar un área de reserva forestal dentro de una finca productiva e incentivar al establecimiento de parches forestales y corredores biológicos, con el fin de aprovechar los servicios ecosistémicos mencionados anteriormente.

Con el presente trabajo se pretende resaltar la importancia de la conservación de los bosques como fuente de diversidad de fauna entomológica beneficiosa para los sistemas productivos aledaños, promoviendo el control biológico natural de plagas e incrementando la actividad de polinización.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Determinar los insectos asociados entre un cultivo agroecológico de curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) y un fragmento de bosque alto andino de la sabana de Bogotá.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar los insectos reportados como plaga de la curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) y sus enemigos naturales en el cultivo y el fragmento de bosque.
- Establecer la riqueza y abundancia de los insectos reportados como plaga de la curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) y sus enemigos naturales, en el cultivo y en el fragmento de bosque.
- Establecer la distribución espaciotemporal de los insectos reportados como plaga del cultivo de la curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) y sus enemigos naturales en el cultivo y en el fragmento de bosque.
- Determinar las especies de insectos polinizadores de la curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) presentes en el cultivo y en el fragmento de bosque.
- Establecer la distribución espaciotemporal de los insectos polinizadores de la curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*), en el cultivo y en el fragmento de bosque.
- Transferir los resultados de la investigación a productores, comunidad académica y profesional.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Frutales en Colombia

Colombia es uno de los países que posee mayor diversidad en suelos y climas aptos para el establecimiento de cultivos de frutas tropicales, desde el nivel del mar hasta los 3600 msnm, esto hace que las frutas colombianas sean de mejor calidad en comparación con la de otros países del trópico y subtropico (MADR,

FNFH, ASOHOFRUCOL e SAG 2006). En cuanto a rendimientos por hectárea, Colombia tiene uno de los mayores promedios del grupo de los países productores de frutas pertenecientes al ALCA (Área de Libre Comercio de las Américas) (MADR 2005).

Según Osorio (2006) el sector frutícola viene presentando una importante dinámica en los últimos años (3.8% frente a 1.3% del total agrícola sin el café). De la totalidad de las hectáreas cultivadas en el 2004, los frutales representaron el 5.8%, encabezando frutas como el aguacate, el banano, los cítricos, el mango, el tomate de árbol, la uchuva, la granadilla y el maracuyá.

De acuerdo con los resultados encontrados en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2011), se encontró un área de frutales plantada de 123.256 ha, de las cuales el 57,4% se encontraban en edad productiva, registrando una producción de 1.146.881 toneladas; algunos de los frutales plantados sobresalientes son: aguacate (35.211 ha), limón (15.806 ha), mandarina (11.939 ha), piña (11.515 ha) y curuba (3.010 ha).

Cundinamarca agroecológicamente dispone de 1.025.938 hectáreas con vocación agropecuaria, que por sus características de suelo, relieve y particularmente clima, permite el establecimiento y explotación de un gran número de especies y variedades frutícolas (MADR, Gobernación de Cundinamarca, FNFH, ASOHOFRUCOL, SAG 2006) que en su mayoría son promisorias para mercados nacionales e internacionales (MADR y AGROCADENAS 2005).

Las familias de frutales más importantes cultivadas en Colombia de acuerdo con el DANE (2011) son: lauráceas, rutáceas, pasifloráceas, bromeliáceas, caricáceas, rosáceas, solanáceas, mirtáceas, anonáceas, musáceas, anacardiáceas entre otras.

3.2 Familia Passifloracea en Colombia

Según la sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas (2009) Colombia es considerado como posible centro de origen de algunas especies de pasifloráceas; por su amplia adaptación a diversos ambientes y de allí su atención creciente dentro de la fruticultura nacional y desarrollo alcanzado en diferentes plantaciones comerciales. La familia Passifloracea en Colombia consta de 167 especies (Figura 1), pertenecientes a los géneros *Ancistrothyrus*, *Dilkea* y *Passiflora* y se encuentran distribuidas en su mayor parte en la región Andina con 123 especies (Ocampo *et al.* 2007).

Más de 80 especies tienen fruto comestible, en donde los subgeneros de mayor interés son *Passiflora* y *Tacsonia*. Actualmente solo 9 especies son cultivadas y entre ellas las que ocupan la mayor área sembrada y producción son el Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), Gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) y Curuba *Passiflora tripartita* var. *mollissima* (Nielsen & Jorgensen) (Castro *et al.* 2012; Ocampo 2007).

La curuba es una de las pasifloráceas de mayor demanda en el país, la cual se encuentra establecida entre 1800 msnm y 3600 msnm, especialmente en la región andina colombiana. Además es una de las frutas más apetecidas para un mercado potencial de exportación hacia países industrializados por su exquisito sabor y aroma (Campos 2001).

Los problemas causados por plagas a la producción debido al desbalance de los ecosistemas se evidencian en los cultivos de pasifloras de Colombia, en los cuales sus estructuras tanto vegetativas como reproductivas son afectadas por insectos que ocasionan disminución de la producción de fruta, generando aumento en los costos de producción (Agronet 2008; Conpes 2008).

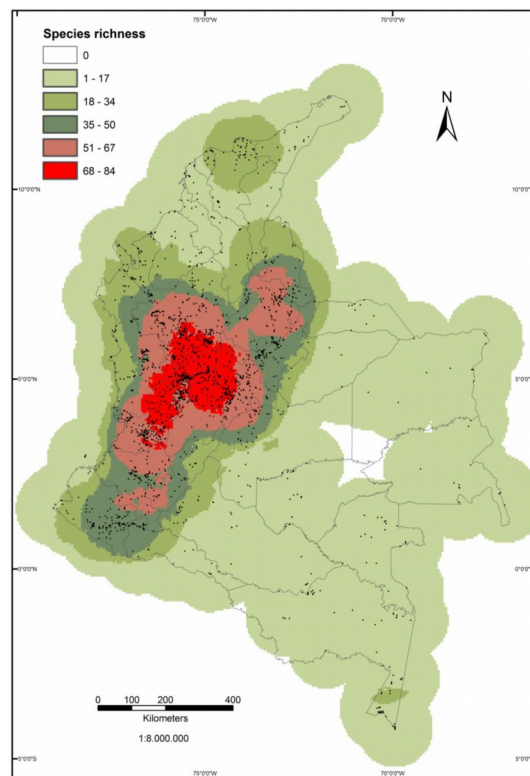


Figura 1. Riqueza de especies de *Passiflora* en Colombia con los puntos de los sitios de colección. (Fuente: Ocampo *et al.* 2010).

3.3 Bosque altoandino.

En Colombia los bosques andinos ocupan un área de 15.030.415 Ha, correspondiente al 8% del territorio nacional (Mora & Sturm 1994) y cerca del 14.3% del área boscosa total del país (Figura 2); este porcentaje es tan bajo por la intervención antrópica intensiva que existe en esta zona natural (Leyva 1998).

Los bosques andinos comprendidos entre 2900 y 3800 msnm se denominan altoandinos y según Cleef (1983), se caracterizan como un estrato de árboles y arbustos de 3 m y 8 m de alto, los que se representan por robledales y bosques de niebla y responden a una alta humedad atmosférica (Carrizosa y Hernández 1990). El exceso de humedad permite que sobre las ramas de los árboles crezca una abundante variedad de epífitas como quiches, orquídeas, musgos y líquenes que los cubren por completo (PNN 2012).

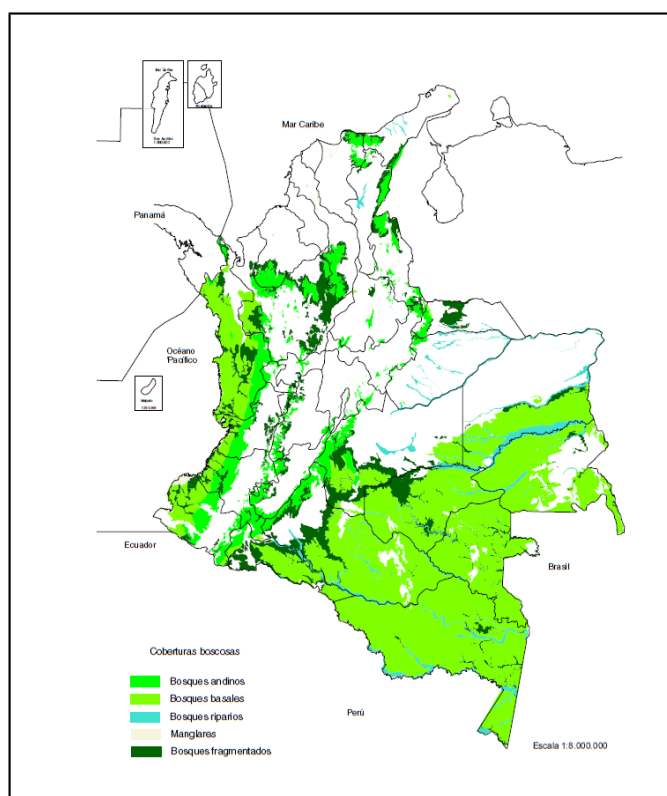


Figura 2. Coberturas boscosas de Colombia (Fuente: Leyva 1998)

A pesar de ser uno de los biomas más diversos del mundo, el bosque alto andino Colombiano ha sido fragmentado y desplazado por paisajes agropecuarios, plantaciones forestales de especies exóticas, e invadido por procesos de paramización (Cortés *et al.* 1990; Rodríguez *et al.* 2004; Hammen s.f). Según el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), el Instituto de Hidrología, Meteorología y

Estudios Ambientales (IDEAM) & Conservación Internacional (CI) (2002) los cambios más importantes ocurridos en la cobertura del bosque alto andino se da entre la década del 70 y 90, principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Santander, Cauca, Nariño y sur del Tolima; estas áreas coinciden con la ubicación de importantes asentamientos humanos.

La Sabana de Bogotá es un área del país en la cual se preservan algunos remanentes de bosque alto andino, aunque el uso de la tierra está dedicado principalmente a la ganadería, la agricultura, entre otros, los cuales carecen de espacios de diversidad natural que pueden mejorar las condiciones fitosanitarias de los cultivos (Pérez-Torres & Ahumada, 2004). Un ejemplo de la preservación de remanentes de bosque nativos se encuentra en la granja Coraflor de Fundases, la cual desarrolla sistemas productivos agroecológicos aledaño a un ecosistema natural de bosque.

De acuerdo con el IDEAM (2002) el mayor impacto de un ecosistema de bosque alto andino se presenta cuando se realiza una transformación en cultivos. Al sustituir una estructura tan compleja que regula ciclos biogeoquímicos e hidrológicos por una agricultura erosiva no puede generar más que desequilibrio hidrológico y de nutrientes.

La agricultura implica la simplificación de la biodiversidad y alcanza una forma extrema en los monocultivos donde el resultado final es una producción artificial que requiere de una constante intervención humana (Altieri 1992; Bustamante y Grez 1995; Moratto *et al.* 2005). Generalmente los costos ambientales y sociales se manifiestan con aparición recurrente de plagas, contaminación de aguas, salinización y erosión de suelos, la extinción local o regional de especies, la pérdida de recursos genéticos, el aumento en la ocurrencia de plagas, la disminución en la polinización de cultivos y la alteración de los procesos de formación y mantenimiento de los suelos, entre otros (Altieri 1992).

Debido a lo anterior durante los últimos años ha crecido la necesidad de conocer el impacto que producen las prácticas agrícolas y fundamentalmente el estudio de las comunidades de insectos en los ecosistemas naturales y agroecosistemas como base para el desarrollo de estrategias agroecológicas de manejo de cultivos (Santamaría *et al.* 2012).

Es ampliamente conocido que un aumento de la temperatura promedio, podría significar un ascenso de 400 m en los límites de las zonas de vegetación (IDEAM 2002, Ruiz *et al.* 2008), lo que se traduce no sólo en una pérdida de la biodiversidad por el cambio en la distribución espacial del límite superior de cada ecosistema (movimiento ascendente de los taxones, en el que por ejemplo el bosque altoandino presiona el espacio ocupado por el páramo y así sucesivamente) (IDEAM 2002), sino además, en una pérdida de los servicios

ambientales, especialmente el potencial hídrico de los ecosistemas, y en una menor disponibilidad de la cantidad de agua, tal como se reporta para otros países en el mundo, con una disminución de los caudales estimados del orden de 15 a 30% (Dietterick *et al.* 1999; Legesse *et al.* 2003; Albek *et al.* 2004). Asociado a ello, se compromete la protección de los suelos y la soberanía alimentaria de las poblaciones humanas (IDEAM 2002), lo que significa una modificación de las condiciones futuras y conduce a una búsqueda exhaustiva de otras medidas de adaptación (Mauser & Bach 2009).

3.4 Ecosistemas forestales andinos

Los ecosistemas forestales andinos (EFA) se ubican entre los más diversos y amenazados ecosistemas terrestres (Etter y Villa, 2000) y representan una prioridad para la conservación por su extraordinaria riqueza, endemismo y porque varias de sus especies constituyentes están siendo fuertemente amenazadas (Aubad *et al.* 2008). Estos bosques son reconocidos como un *hotspot* principal a escala global (Gálmez y Kómetter 2005). Además de ser la base de subsistencia de las comunidades asentadas en zonas aledañas debido a los innumerables beneficios sociales, económicos y ambientales que los EFA les brindan (Aubad *et al.* 2008).

Los cambios producidos en los ecosistemas de bosque y en general en todos los tipos de ecosistemas, han contribuido a la producción de considerables beneficios netos en el bienestar humano y el desarrollo económico, pero éstos beneficios se han obtenido a costa de la degradación de muchos servicios de los ecosistemas por la fragmentación de los bosques, un mayor riesgo de cambios no lineales, y la acentuación de la pobreza de las comunidades (MA 2005).

La fragmentación de los EFA es un fenómeno cada vez más frecuente que altera la diversidad de los organismos que los habitan. La generación de nuevos bordes en los remanentes de bosque debido a este fenómeno es uno de los factores que afecta intensamente las interacciones entre organismos (Huaranca *et al.* 2006), influyendo en la provisión de los servicios ecosistémicos y bienes del bosque.

Debido a esto los servicios ecosistémicos se han visto reducidos por la expansión de la frontera agrícola la cual es la causa principal de deforestación de bosques en el país (MMA, DNP e IAvH 1995), con casi 50 millones de hectáreas, de las cuales el 10% está sembrada en sistemas agrícolas y forestales (MADR 2011). Ésta expansión en los Andes colombianos ha tenido como consecuencia la degradación de los bosques andinos de buena parte del territorio nacional (Pérez 2006) por el establecimiento de monocultivos y la

sobreexplotación de recursos naturales (Rippstein *et al* 2001; Carrera y Kucharz 2006; Romero *et al.* 2008).

3.5 Biodiversidad de bosque altoandino

El ecosistema de bosque altoandino presenta una megadiversidad de fauna y flora. La flora se encuentra representada específicamente por robles, laureles, quina, gaques, encenillos, orquídeas, varias especies de sietecueros y trompetos. También existen bosques de cedrillo, chaque y arrayán; además se encuentran dos tipos de pinos colombianos *Podocarpus oleifolius* y *P. montanus* (MADS, UAESPNN 2010). La fauna está constituida por vertebrados como aves y mamíferos entre los que se encuentran ave tiránida, ave pichona, chisgas, murciélagos y micos nocturnos. Un grupo de animales poco estudiados en este tipo de bosques son los artrópodos y su importancia radica en la participación de procesos ecológicos, como la traslocación de energía, polinización, dispersión, herbivoría entre otros. Amat y Vargas (1991) afirman que parte de la diversidad de especies de insectos y otros artrópodos presentes en los trópicos de alta montaña se debe a la heterogeneidad macroespacial y microespacial relacionadas con las diferencias en el relieve y con las diferencias de la arquitectura de la vegetación de pequeños y grandes espacios.

De acuerdo con Andrade y Amat (2000) en la sabana de Bogotá los órdenes de insectos ampliamente diversificados son Diptera y Coleoptera; el habitante de la ciudad y en alguna medida los habitantes de las regiones rurales anexas a la sabana de Bogotá, han promovido la adaptación de ciertas especies al ejercer una acción modificadora sobre los hábitats originales. En ambientes alto andinos los insectos pertenecientes al orden Himenóptera disminuyen su diversidad y abundancia (Smithers y Atkins, 2001).

3.6 Servicios ecosistémicos

Un ecosistema es una combinación compleja y dinámica de plantas, animales, microorganismos y el entorno natural; los ecosistemas sustentan todas las actividades y vida de los seres humanos, los bienes y servicios que proporcionan son vitales para el bienestar y el desarrollo económico y social en el futuro. Los servicios ecosistémicos proporcionan beneficios como la biodiversidad, la formación del suelo, el ciclo de nutrientes, la retención de carbono, la regulación de plagas y la polinización, lo cual sosteniendo la productividad agrícola (Comisión Europea 2009).

MEA (2005) y Sala *et al.* (2000) afirman que todas las actividades humanas dependen por completo de los ecosistemas presentes del planeta y de los servicios que éstos proporcionan, aunque en el último siglo éstas mismas actividades representadas como los cambios de uso del suelo, la alteración de los ciclos biogeoquímicos, la destrucción y fragmentación de hábitats o la introducción de especies exóticas, han tenido impactos muy significativos en la estructura, composición y función de los ecosistemas naturales en tal forma que todos los ecosistemas del planeta han resultado alterados en mayor o menor medida, y de una forma más rápida y extensa que en ningún otro período de tiempo con el que se pueda comparar. Los cambios en la biodiversidad como consecuencia de dichas acciones, repercuten en el bienestar humano, ya que comprometen el funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad de generar servicios esenciales para la sociedad.

La relación entre biodiversidad y servicios ecosistémicos es compleja, ya que estos últimos en su mayoría se están degradando si la diversidad de un ecosistema esta disminuida. Debido a que la mayoría de los servicios ecosistémicos son suministrados gratuitamente por los ecosistemas, no se toma conciencia de su valor imperante solo hasta que se vea perdido o degradado (NRC 1999).

Según Martín-López *et al.* (2009) los ecosistemas en general son intervenidos para obtener uno o varios servicios, a expensas de otro. De esta forma, muchos servicios de los ecosistemas se han degradado como consecuencia de actuaciones llevadas a cabo para aumentar el suministro de otros servicios, como los alimentos. Por ejemplo, la intensificación de la agricultura puede satisfacer las demandas locales de producción de alimentos, pero también puede implicar la destrucción de bosques para sustituirlos por tierras de cultivo. Esto supone una reducción del suministro de madera, la disminución de la biodiversidad y la contaminación de las aguas de los ríos que afectaría a las pesquerías y al abastecimiento de agua de calidad.

Los trabajos en torno a la valoración de los servicios ecosistémicos tienen justamente el objetivo de mostrar a la sociedad los beneficios que obtienen de los ecosistemas a través de un sistema de medición monetario (Balvanera & Cotler 2007). Estos beneficios podrán evaluarse en términos sociales es decir, número de personas beneficiadas por el servicio o afectadas por falta de éstos, en términos de salud, calidad de vida, seguridad o alimentación, las cuales se desconocen casi por completo (Costanza *et al.* 1997; Daily 1997; De Groot *et al.* 2002; Avila-Foucat 2007; Balvanera & Cotler 2007; Meynard *et al.* 2007; Sanjurjo Rivera & islas Cortés 2007; Wunder *et al.* 2007).

Lamentablemente, los procesos de deforestación y la sobre explotación de los recursos naturales afectan negativamente la capacidad de los ecosistemas para brindar servicios de forma permanente. No obstante, hay evidencias recientes que demuestran que, en algunos casos, dependiendo de la forma de manejo, los ecosistemas intervenidos por el hombre también pueden ofrecer una variedad de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, los agroecosistemas bien manejados y con la correcta implementación de prácticas de conservación de suelos y aguas pueden reducir la pérdida de fertilidad del suelo y mejorar la disponibilidad y calidad del agua, por citar algunos beneficios (Retamal *et al.* 2008).

En los sistemas agrícolas la biodiversidad provee servicios ecosistémicos que van más allá de la producción de alimentos, fibras, combustibles e ingresos. El reciclaje de nutrientes, el control del microclima local, la regulación de los procesos hidrológicos locales, la regulación de la abundancia de organismos desfavorables y la detoxificación de los productos químicos nocivos son algunos servicios que benefician específicamente a los agroecosistemas. Estos procesos son principalmente biológicos, por lo tanto, su persistencia depende del mantenimiento de la diversidad biológica (Altieri & Nicholls 2007).

3.7 Conservación y manejo sostenible de los bosques

Los bosques brindan diversos beneficios económicos y sociales a la humanidad. Contribuyen a la economía general –por ejemplo en materia de empleo, elaboración y comercio de productos forestales y energía– y atraen inversiones para el sector forestal. Hay que tener también en cuenta la formación y protección de parajes y paisajes de alto valor cultural, espiritual o recreativo. Mantener y promover estas funciones es parte integrante de la ordenación forestal sostenible (FAO 2010).

Las funciones sociales de los bosques son a menudo más difíciles de medir y pueden variar mucho de un país a otro, según su nivel de desarrollo y sus tradiciones. Así que los beneficios sociales se miden como insumos más bien que como productos (por ejemplo, el área o proporción de bosques que se utiliza para diversas funciones sociales) (FAO 2010).

La relación social con el bosque y su apreciación ha sufrido modificaciones en distintas épocas históricas, siendo además muy variada entre distintas culturas. Durante milenios, la evolución de las sociedades agrarias fue aumentando progresivamente la presión sobre el bosque, aprovechándolo como principal fuente de combustible y material de construcción, además de alimentos, medicinas y otros productos (De la Cruz 2005).

Para proveerse de los productos anteriormente mencionados, se deben cuidar las áreas de bosque, usando modelos espaciales de planificación de la conservación, donde se ha encontrado que la conservación de la biodiversidad es la mejor estrategia para mantener un flujo colateral de otros servicios ambientales (carbono, agua y ocio entre otros). Un bosque sano, funcional y que conserve buena parte de su biocenosis es probablemente la mejor garantía de calidad del servicio que pueda ofrecer (De la Cruz 2005).

3.8 Importancia del control biológico natural

De acuerdo con Botto (2002) en la naturaleza, la abundancia y la distribución de organismos esta regulada por la interacción entre los factores abióticos (clima, disponibilidad de refugios) y los factores bióticos (enemigos naturales). La diversidad biológica se puede interpretar en términos de asociaciones, donde la flora y la fauna (fitófagos, depredadores, descomponedores, etc) colonizan el agroecosistema desde el medio ambiente circundante y prosperan en el mismo dependiendo del manejo y estructura de éste (Altieri & Nicholls 2007). Así, las interacciones entre varios componentes bióticos pueden ser de naturaleza múltiple, donde estas interacciones pueden ser aprovechadas con el propósito de inducir efectos positivos y directos en procesos de importancia agroecológica como el control biológico de plagas específicas, para la regeneración o mejora de la fertilidad y/o para la conservación del suelo (Altieri & Nicholls 2007).

Existen evidencias experimentales que demuestran que en los agroecosistemas modernos la biodiversidad puede usarse para el manejo de plagas, estabilizando comunidades de insectos mediante arreglos espaciales y temporales de la vegetación, que mantiene nichos de enemigos naturales (Andow 1991, Altieri y Letourneau 1984).

Una de las razones más importantes para restaurar y/o mantener la biodiversidad en la agricultura, es el que ésta presta una gran variedad de servicios ecológicos. Según Altieri (1994) uno de estos servicios es la regulación de la abundancia de organismos indeseables a través de la depredación, el parasitoidismo y la competencia. Probablemente cada población de insectos en la naturaleza es atacada en alguna medida por uno o más enemigos naturales. Así, depredadores, parasitoides y patógenos actúan como agentes de control natural que, cuando son adecuadamente manejados, pueden determinar la regulación de poblaciones de herbívoros en un agroecosistema particular. Esta regulación ha sido llamada control biológico y fue definido por DeBach (1964) como la acción de los parasitoides, depredadores o patógenos para mantener la densidad de la población de un organismo plaga a un promedio menor de la que ocurriría en su ausencia.

Se ha demostrado que es posible estabilizar las poblaciones de insectos en los agroecosistemas mediante el diseño y la construcción de arquitecturas vegetales que mantengan poblaciones de enemigos naturales o que posean efectos disuasivos directos sobre los herbívoros plaga (Altieri 1992). La literatura disponible sugiere que el diseño de estrategias de manejo vegetal debe incluir el conocimiento y la consideración de la ordenación de sistemas productivos en tiempo y espacio, la composición y abundancia de la vegetación no cultivada dentro y alrededor de los campos, el tipo de suelo, el medio circundante y el tipo e intensidad de manejo. La respuesta de las poblaciones de insectos a las manipulaciones ambientales depende de su grado de asociación con uno o más de los componentes vegetales del sistema. La extensión del periodo de cultivo, o la planificación temporal y espacial del cultivo, pueden permitir que los agentes naturales de control biológico alcancen niveles de población más altos en huéspedes o presas alternativas y persistan en el medio agrícola durante todo el año (Altieri & Nicholls 2007).

El control biológico se presenta como una de las alternativas más importantes dentro de los programas de manejo integrado, soportado por los éxitos hasta ahora logrados y el avance en conocimiento básico sobre los tres principales grupos de enemigos naturales: parasitoides, depredadores y hongos entomopatógenos (López-Ávila 1986, 1988; López-Ávila *et al.* 2001; Gerling 1990; Polaszek *et al.* 1992). Por otro lado, y en un sentido estrictamente ecológico, la aplicación del control biológico puede ser considerada como una estrategia válida para restaurar la biodiversidad funcional en ecosistemas agrícolas, al introducir entomófagos ausentes mediante las técnicas clásicas o aumentativas de control biológico, o incrementando la ocurrencia natural de depredadores y parasitoides a través de la conservación y el manejo del hábitat (Altieri & Nicholls 2000; Nicholls 2008).

Según Grille (2002) los parasitoides y depredadores se caracterizan por el hábito alimenticio, en el primer caso de la larva y en el segundo de los estados inmaduros y el adulto. Los parasitoides establecen asociaciones que se prolongan hasta la muerte de su hospedero, en los depredadores las interacciones con las presas son instantáneas, o casi instantáneas, si consideramos el tiempo de la alimentación, la persecución o el acecho. De acuerdo con DeBach (1977) y Godfray (1994) los insectos depredadores son de vida libre, y atacan a más de una presa durante su vida para completar su ciclo.

La mayoría de parasitoides son miembros de los órdenes Hymenoptera y Diptera. Hay probablemente 50.000 especies descritas de Hymenoptera y 15.000 de Diptera. Otras 3.000 especies pertenecen a otros órdenes como Coleoptera, Lepidoptera y Neuroptera. Más de la mitad de los insectos

depredadores son miembros del orden Coleoptera y resto de los órdenes Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Neuroptera, Dermaptera, etc. (Grille 2002).

Para Basso y Grille (2009) los parasitoides ocupan un papel fundamental dentro del control biológico natural, al entrar en un nivel trófico superior que el de los fitófagos. De esta manera la conservación de los parasitoides es importante para mantener las interacciones poblacionales de un ecosistema o agroecosistema.

Por lo tanto, conservar y manejar un hábitat de manera heterogénea es un mecanismo estabilizador de la dinámica poblacional de parasitoides y otros enemigos naturales. Si la heterogeneidad en la utilización de recursos puede operar en un hábitat estructuralmente simple como los agroecosistemas, probablemente es muy importante en hábitats más diversos y complejos como los bosques (Basso y Grille 2009).

3.9 Diversidad de insectos en agroecosistemas

Algunos grupos de insectos en Colombia sobresalen por su diversidad y endemismo, con cerca de 3.000 especies diurnas en hábitats montanos entre los 1.000 y 4.000 msnm (MADR 1995). Esta biodiversidad contribuye a la agricultura de diferentes maneras al proveer servicios ecosistémicos tales como el control biológico de plagas, la polinización y la descomposición de materia orgánica (De la Cruz 2005). Varios cultivos dependen de insectos para su polinización; tal es el caso del cacao, polinizado por dípteros (MADR 1995) y las pasifloras por himenópteros (abejas sociales y solitarias) (Ramírez 2006).

La biodiversidad en los agroecosistemas incluye componentes tan variados como son los cultivos, arvenses, artrópodos y microorganismos asociados, así como los factores de situación geográfica, climáticos, edáficos, humanos y socioeconómicos (Altieri y Nicholls 2007; McNeely *et al.* 1990). Según Southwood y Way (1970) el grado de biodiversidad en los agroecosistemas depende de cuatro características principales:

- La diversidad de la vegetación dentro y alrededor del agroecosistema.
- La permanencia de los diversos cultivos del agroecosistema.
- La intensidad del manejo.
- El grado de aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural.

Los elementos de biodiversidad de los agroecosistemas se pueden clasificar según el papel que desempeñan en el funcionamiento de los sistemas de cultivo. De acuerdo con esto, según Swift y Anderson (1993) la biodiversidad agrícola se puede agrupar de la siguiente manera:

- Biota productiva: cultivos, árboles y animales elegidos por los agricultores, que desempeñan un papel determinante en la diversidad y complejidad del agroecosistema.
- Biota benéfica: organismos que contribuyen a la productividad a través de polinización, control biológico, descomposición, etc.
- Biota destructiva: arvenses, insectos plaga, microorganismos patógenos, etc., que los agricultores tratan de reducir a través del manejo del cultivo.

De acuerdo con Vandermeer y Perfecto (1995) en los agroecosistemas se pueden reconocer dos componentes de biodiversidad. El primer componente, biodiversidad planificada, se refiere a los cultivos y el ganado incluidos intencionadamente en el agroecosistema por los agricultores, y que variarán dependiendo de las entradas al sistema y de los planes espaciales y temporales de los cultivos. El segundo componente, biodiversidad asociada, incluye toda la flora y fauna del suelo, fitófagos, carnívoros, descomponedores, etc., que colonizan el agroecosistema desde el ambiente circundante y que prosperarán dependiendo del manejo y estructura de éste.

De acuerdo con la teoría agroecológica, el comportamiento óptimo de un agroecosistema depende del nivel de interacciones entre los diversos componentes bióticos y abióticos. En el contexto de una biodiversidad funcional es posible iniciar sinergismos que contribuyan a favorecer procesos, al ofrecer servicios ecológicos como la activación de la biología del suelo, el ciclaje de nutrientes, el fomento de artrópodos y antagonistas beneficiosos, entre otros (Altieri 1995; Gliessman 1999), todos ellos importantes para determinar la sostenibilidad de los agroecosistemas (Altieri y Nicholls 2007).

Asociado a la integración de condiciones ideales que fomentan las interacciones ya mencionadas se procura implementar, como mencionan Altieri & Nicholls (2004) y Altieri & Nicholls (2005), la persistencia de los procesos de regulación y prestación de servicios ecológicos, que dependen de la integridad biológica y la diversidad en el agroecosistema siendo de especial importancia la relación entre los aspectos funcionales de la biodiversidad y los componentes estructurales del sistema. A pesar de esto, poco se sabe sobre la influencia de altos o bajos niveles de biodiversidad insectil o estructuras dominantes de las comunidades en la funcionalidad de las redes tróficas ó si es afectada la calidad del control biológico de los organismos plaga en agroecosistemas (Büchs *et al.* 2003).

En los agroecosistemas modernos la evidencia experimental sugiere que la biodiversidad puede ser utilizada para mejorar el control de plagas (Altieri y Letourneau 1984; Andow 1991). Varios estudios han puesto de manifiesto que

es posible estabilizar las comunidades de insectos en los agroecosistemas, diseñando y construyendo arquitecturas vegetales que apoyen a las poblaciones de enemigos naturales o que tengan efectos disuasorios sobre los fitófagos (Perrin 1980; Risch 1983).

Altieri (1991) afirma que una de las razones más importantes para mantener o incrementar la biodiversidad natural es el hecho de que ésta proporciona una gran variedad de servicios ecológicos. Hay muchas prácticas y diseños agrícolas que tienen el potencial de estimular las funciones de la biodiversidad y otras que las afectan negativamente. La idea es aplicar las mejores prácticas de manejo para favorecer o regenerar el tipo de biodiversidad que puede contribuir a la sostenibilidad del agroecosistema, proporcionando servicios ecológicos. De acuerdo con Altieri y Nicholls (2007) una de las funciones de los agroecólogos es fomentar esas prácticas agrícolas que incrementan la abundancia y la diversidad de organismos benéficos presentes sobre el suelo o el subsuelo y que por lo tanto ofrezcan importantes servicios ecológicos a los agroecosistemas.

Una estrategia en agroecología es manejar la complementariedad y sinergia que resultan de las diferentes combinaciones de cultivos, árboles y animales de los agroecosistemas de forma que a través de arreglos espaciales y temporales favorezcan sistemas de policultivo, agroforestales y agropecuarios. En situaciones reales, la explotación de estas interacciones implica el manejo y diseño del agroecosistema y requiere el conocimiento de las numerosas relaciones entre suelos, microorganismos, plantas, insectos fitófagos y enemigos naturales (Altieri y Nicholls 2007).

Según Gliessman (1999) los destinos de la agricultura y la biodiversidad están claramente entrelazados, es posible intensificar la agricultura de una manera sostenible para mantener las características de hábitats naturales, asegurando así el suministro de servicios medioambientales para la agricultura. Las formas agroecológicas de intensificación pueden también favorecer la conservación y uso de la agrobiodiversidad, lo que puede llevar a una mejor utilización de los recursos naturales y a la estabilidad de los agroecosistemas.

La diversidad de artrópodos ha sido correlacionada con la diversidad vegetal en agroecosistemas. En general, una mayor diversidad de plantas conllevan a una mayor diversidad de herbívoros, y esto a su vez determina una mayor diversidad de depredadores y parasitoides. Para Altieri (1984) una biodiversidad mayor puede entonces asegurar la optimización de los procesos y el funcionamiento de los agroecosistemas.

Altieri y Letourneau (1982) ofrecen varias hipótesis para sustentar que los sistemas diversificados estimulan una mayor biodiversidad de artrópodos:

1. La hipótesis de la heterogeneidad de hábitat: Los sistemas de cultivos complejos albergan más especies que los hábitats agrícolas simplificados. Los sistemas con asociaciones heterogéneas de plantas poseen más biomasa, recursos alimenticios y persistencia temporal; por lo tanto poseen más especies de insectos asociadas que los sistemas de monocultivo. Aparentemente, la diversidad de especies y la diversidad estructural de plantas son importantes para determinar la diversidad de insectos.

2. Hipótesis de la depredación: La abundancia incrementada de depredadores y parasitoides en asociaciones diversas de plantas reduce la densidad de presas/hospederos (Root 1973), por lo que la competencia entre herbívoros se reduce, lo que a su vez permite la adición de nuevas especies de herbívoros que soportan a más especies de enemigos naturales.

3. Hipótesis de la productividad: En general los policultivos son más productivos que los monocultivos (Francis 1986 y Vandermeer 1989). Esta productividad incrementada resulta en una mayor biodiversidad de insectos, dada la abundancia de recursos alimenticios.

4. Hipótesis de la estabilidad: Esta hipótesis asume que la productividad en policultivos es más estable y predecible que en monocultivos. Esta mayor productividad, aunada a la heterogeneidad de agroecosistemas complejos, permite a los insectos dividir el ambiente temporal y espacialmente, de modo que coexisten más especies de insectos.

De acuerdo con Altieri y Nicholls (2007) es necesario incrementar la investigación para poder clarificar si la diversidad de insectos es paralela a la diversidad de plantas y la productividad de agroecosistemas complejos, o si solamente refleja la heterogeneidad espacial que nace de mezclar plantas de diferentes estructuras.

La importancia de estudiar la riqueza y diversidad de insectos en ambientes que superen los 2600 metros de altura radica en su participación fundamental en procesos ecológicos, como la translocación de energía, polinización, dispersión, herbivoría, control biológico entre otros (Amat & Vargas, 1991).

Existen varios factores ambientales que influyen en la diversidad, abundancia y actividad de parasitoides y depredadores en los agroecosistemas: condiciones microclimáticas, disponibilidad de alimentos (agua, polen, presas, etc.), recursos del hábitat (sitios de reproducción, refugio, etc.), competencia interespecífica y presencia de otros organismos (hiperparásitoides, depredadores, humanos). Los efectos de cada uno de estos factores variarán

de acuerdo al arreglo espacio-temporal de cultivos y a la intensidad de manejo; ya que estos atributos afectan la heterogeneidad ambiental de los agroecosistemas (Van den Bosch y Telford 1964).

3.10 Estructura del paisaje agrícola y biodiversidad de insectos

Los sistemas actuales de producción de cultivos han simplificado la estructura de los paisajes agrícolas (Forman y Gordon 1986), donde la diversidad de las zonas agrícolas ha venido desapareciendo con la dependencia a la mecanización y el uso de pesticidas, por ende ha tenido un impacto sobre enemigos naturales que hasta ahora se ha empezado a entender (Ryszkowski *et al.* 1992). En general, la mayor fragmentación del hábitat, aislamiento y la reducida complejidad del paisaje tienden a desestabilizar las interacciones que son vitales para regular los ecosistemas naturales (Kruess y Tscharntke 1994; Robinson *et al.* 1992). La presencia y distribución de hábitats no cultivados alrededor de agroecosistemas con frecuencia resulta crítica para la supervivencia de enemigos naturales. Por ejemplo, en los cultivos de maíz, en el cual se modifica el sistema de producción mediante la creación de hábitats, se fomenta la supervivencia de insectos controladores del barrenador del maíz dado que se proveen nichos y refugios (Nicholls 2008).

En la agroecología ha resultado de gran importancia abrir espacios al conocimiento del hábitat generalizado en los cultivos establecidos, para los cuales se ha integrado el concepto de agroecosistemas. Se habla de agroecosistemas haciendo referencia a sitios de explotación agrícola y ecosistema como un sistema dependiente de sus relaciones entre sus factores bióticos y abióticos, los cuales poseen niveles de organización jerárquica. A partir de esto se permite iniciar un estudio generalizado de este sistema teniendo en cuenta las entradas, las salidas y las interacciones que allí dentro ocurren. Así los agroecosistemas serán comparados estructural y funcionalmente con sus contrapartes los ecosistemas naturales (Gliessman 2002).

Ligado a todo lo anterior, se encuentra también el concepto de sostenibilidad que se da en la agricultura como la capacidad para mantener un nivel de productividad de los cultivos a través del tiempo, sin exponer los componentes estructurales y funcionales del agroecosistema (Altieri, 1997). Es así que se genera la necesidad de promover cambios y ajustes en la agricultura convencional para hacer de ésta una actividad en la que el resultado final del diseño agroecológico sea la sustentabilidad económica, social y ecológica del agroecosistema (Rosset, 1997).

Altieri & Nicholls (2005) afirman que uno de los principales objetivos de los sistemas agroecológicos es la reducción o eliminación del uso de agroquímicos

promoviendo cambios en el manejo de los cultivos que aseguren adecuadamente la nutrición y protección de las plantas a través de fuentes orgánicas de nutrientes y de un manejo integrado de plagas. Sin embargo, dentro de la agroecología es posible dilucidar un objetivo aun mayor, el cual busca mantener y usar la complejidad ecológica del agroecosistema para generar un intercambio de beneficios de doble vía. Es en este punto donde la biodiversidad planificada (que se refiere a cultivos, bacterias que fijan el nitrógeno, agentes de control biológico y otros) como elemento, sustenta la productividad y servicios de un agroecosistema en la diversidad no planificada (que se refiere a organismos que permanecen en el sistema después de la conversión agrícola o los que han colonizado de hábitat circundantes) toma un rol primario (Iwanaga & Watson, 2003).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de grado pertenece al macro proyecto de investigación Red Ecológica, el cual hace parte de la línea de investigación Protección Ecológica de Cultivos del grupo de investigación Agroeco y Gestión ambiental avalado por Colciencias. El proyecto Red Ecológica fue aprobado y financiado en su totalidad por el incentivo para proyectos de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Para establecer los insectos asociados entre un fragmento de bosque alto andino y un cultivo agroecológico de curuba, se realizó el trabajo en la Granja Vivero Coraflor perteneciente al Sistema Nacional de Granjas de Uniminuto, la cual cuenta con las características necesarias para llevar a cabo la investigación.

4.1 Localización

La Granja Vivero Coraflor, está ubicada en el municipio de Madrid (Cundinamarca), vereda Puente Piedra (Coordenadas: 4° 49'43.02" N; 74° 12' 53.54" O) a una altitud de 2650 msnm. Cuenta con una extensión de 25,5 hectáreas distribuidas en 14 hectáreas de bosque alto andino con topografía montañosa y 11.5 hectáreas de zona de producción agropecuaria ecológica con topografía plana (Fundases s.f.).

El bosque pertenece a una cadena montañosa de bosque intervenido que cubre de manera intermitente las montañas orientales del valle de Subachoque. Desde su base tiene una altitud de 2500 msnm lo cual coloca su punto más alto a 2900 msnm.

4.1.1 Características del bosque

El bosque de la Granja Coraflor cuenta con características propias de un bosque alto andino típico de regiones con gradiente montañoso ubicadas entre los 2350 a 3500 msnm. (Rangel y Aguilar 1995), y que constituye una zona de ecotonía entre la vegetación cerrada de la media montaña y la abierta de la parte alta (Rangel 2000). El bosque cuenta una invasión de plantas arbóreas como pinos, siendo éste un indicativo de disturbios naturales como el fuego (Richardson & Bond 1991) evidenciado por la presencia de residuos leñosos o cicatrices carbonizadas, presencia de animales, restos de heces, sendas,

arbustos ramoneados y movimientos de suelo (presencia de raíces expuestas, cárcavas) (Sarasola *et al.* 2006). Lo anterior corresponde a factores de intervención para las interacciones de la flora y fauna del mismo.

4.1.2 Características del área productiva de la granja

La Granja Vivero Coraflor cuenta con 11,5 Ha dedicadas a actividades agrícolas y pecuarias ecológicas basadas en la tecnología Fundases (Cuenta con certificación de producción Ecológica). En la producción agrícola los principales cultivos son hortalizas como lechuga, brócoli, espinaca, apio, frijol, maíz, arveja, frutales como fresa y durazno, vivero de especies nativas, entre otros. La producción pecuaria está constituida por cerdos, gallinas ponedoras y ganado lechero en 2 Has.

4.1.3 Características del cultivo de curuba

El sistema productivo de curuba fué establecido como parte de las actividades del semillero de Red Ecológica a finales del 2011. Durante el mes de Abril de 2012 un individuo de la especie *Bos taurus* ingresó al terreno del cultivo consumiendo el 80% de las plantas de curuba sembradas teniendo que resembrar en Junio de 2012. Las plantas sembradas procedieron de semillas de curuba de un cultivo ubicado en el municipio de Subachoque (Cundinamarca). El proceso ecológico de plantulación se realizó en la Huerta del programa de Ingeniería Agroecológica (Bogotá D.C.).

El área del cultivo fué de 1000m² con 55 plantas sembradas, con una distancia de siembra de 5 m entre plantas y 2 m entre surcos. El manejo del cultivo de curuba (nutrición, manejo de plagas y manejo cultural) estuvo sustentado por la normatividad vigente para la producción de alimentos ecológicos en Colombia, en concordancia con la Resolución 187 de 2006 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Reglamento para la producción primaria, transformación, empaque, etiquetado, transporte y exportación de productos.

El cultivo fue asociado con especies vegetales de otras familias. En los bordes se estableció maíz (*Zea mays*) de siembra intercalada como barrera viva contra el viento y entre plantas y en las varas de tutorado se establecieron especies de leguminosas arveja (*Pisum sativum*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*).

4.2 Determinación de los insectos reportados como plaga, polinizadores y enemigos naturales presentes en el cultivo de curuba y el fragmento de bosque.

4.2.1 Selección de sitios de muestreo en el bosque y metodología de trampeo

De acuerdo a la estratificación y zonificación del bosque desarrollada por especialistas y profesionales asociados a Red Ecológica en el año 2011, se establecieron tres zonas con las siguientes características:

- Zona altamente intervenida: corresponde a la zona que se encuentra en el borde limitante entre el bosque y la zona productiva de la granja, en esta zona se observa mayor presencia de especies vegetales arbóreas y arbustivas exóticas (*Acacia dealbata* en su mayoría) donde se ha iniciado un proceso de colonización y establecimiento de dichas especies a lo largo de varios años. Las especies nativas en su mayoría son herbáceas, evidenciando un resurgimiento de las mismas por las talas y quemas frecuentes de la zona en los últimos meses.
- Zona medianamente intervenida: corresponde a la base de la montaña donde se inicia el sendero y los siguientes 100 metros de trayecto aproximadamente, ésta zona se caracteriza por aumentar la presencia de flora arbustiva y herbácea nativa y disminuir la flora exótica. La flora arbórea exótica se destaca por la presencia de algunos árboles de la especie *Acacia dealbata*.
- Zona poco intervenida: Corresponde a los siguientes 150 a 200 metros de trayecto por el sendero del bosque, ésta se caracteriza por que la flora exótica se ve disminuida a solo algunos ejemplares herbáceos, por lo contrario, la flora nativa aumenta significativamente presentando variedad de ejemplares herbáceos, arbustivos y arbóreos como el chusques, trompetos y orquídeas.

Éstas características sirvieron como base para desarrollar la metodología de muestreo de esta investigación.

Se realizó una selección y marcación de transectos lineales, los cuales según Garaticeleya *et al.* (2012) son una tira de muestreo usada para el análisis en detalle de una determinada superficie, considerada representativa de una zona más amplia para la ubicación de los diferentes tipos de trampas.

La metodología específica fue la siguiente:

- Cada 75 m se lanzó un transecto lineal, intercalando la entrada por derecha o izquierda; con una desviación de 25 pasos, de manera que se llegue a un punto donde la toma de datos sea factible.
- Cada transecto lineal seleccionado se señaló con un distintivo en un lugar visible.
- El geoposicionamiento, y la altitud de cada punto se tomó por medio de un GPS marca Garmin de la línea Etrex Venture.

4.2.1.1 Metodología de trampeo

- **Trampas de caída:** Este tipo de trampa sirve para capturar insectos de los órdenes Coleoptera, Hymenoptera y Ortoptera entre otros artrópodos, en los cuales predominan los insectos terrestres (Figura 3A). La instalación y colecta de las trampas de caída se realizó 2 veces al mes. La revisión y recolección de individuos se hizo 24 horas después de la instalación de cada trampa, tomando cada recipiente y vaciando su contenido (solo individuos) en cámaras de transporte con alcohol al 90%, debidamente rotulado. Posteriormente éstos se transportaron al laboratorio de entomología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- **Trampas McPhail:** Esta trampa sirve para capturar insectos de los órdenes Hymenoptera y Diptera, entre otros artrópodos (Figura 3D). Se instaló una trampa en el centro de cada transecto, para un total de 5 trampas en todos los puntos de muestreo. El atrayente que se utilizó fue 20 ml de proteína hidrolizada más 180 ml de agua. La revisión y recolección de ésta se hizo 15 días después de su instalación, vertiendo el contenido del recipiente en una cámara de transporte con alcohol al 90% debidamente rotulado. Posteriormente éstos se transportaron al laboratorio de entomología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- **Captura con jama** (Figura 3C): Ésta técnica se realizó cada 15 días, al terminar la captura se cerraba la jama en la parte superior, luego se trasladó cada individuo a cámara letal y posteriormente a su respectiva cámara de transporte con alcohol al 90% debidamente rotulado. Posteriormente éstos se transportaron al laboratorio de entomología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- **Trampas de luz** (Figura 3E): Esta técnica de captura se realizó durante la noche, con el propósito de coleccionar insectos de hábitos nocturnos. La

frecuencia de trapeo fue 1 vez al mes en los diferentes estratos del bosque y el cultivo simultáneamente.

- **Trampas Malaise:** Se instaló simultáneamente una trampa malaise en el bosque y el cultivo una vez al mes (Figura 3B), las cuales se revisaban constantemente para evitar el deterioro de los especímenes capturados. Posteriormente el material entomológico fue transferido a cámaras de transporte y recipiente de almacenaje para su determinación en el laboratorio de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.



Figura 3. Tipos de trampas. Trampa de caída (A). Trampa Malaise (B). Captura con Jama (C). Trampa Mcphail (D). Trampa de luz (E).

4.2.2 Selección de sitios de muestreo en el cultivo y metodología de trapeo

Los sitios de muestreo en el cultivo se establecieron dependiendo del tipo de trampa a implementar. Se usaron las mismas técnicas de muestreo usadas en el bosque, siendo simultáneos.

4.2.2.1 Metodología de trapeo

- **Trampas de caída:** Se instalaron 11 trampas de caída (una trampa por planta) ubicadas en un transecto en zig-zag en los platos de cada planta seleccionada. La revisión y recolección de individuos se hizo 24 horas después de la instalación de cada trampa, tomando cada recipiente y vaciando su contenido (solo individuos) en cámaras de transporte con alcohol al 90%, debidamente rotulado. Posteriormente éstos se transportaron al laboratorio de entomología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- **Trampas McPhail:** Se instalaron 5 trampas en el cultivo, ubicando una en cada punto cardinal y una en el centro del cultivo. Se ubicaron a una altura de 1.50 m colgadas de una de las varas del tutorado. El atrayente que se utilizó fué 20 ml de proteína hidrolizada más 180 ml de agua. La revisión y recolección de ésta se hizo 15 días después de su instalación, vertiendo el contenido del recipiente en una cámara de transporte con alcohol al 90% debidamente rotulado. Posteriormente éstos se transportaron al laboratorio de entomología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- **Captura con jama:** Ésta técnica se realizó cada 15 días, al terminar la captura se cierra la jama en la parte superior, para luego trasladar cada individuo a cámara letal y posteriormente a su respectiva cámara de transporte con alcohol al 90% debidamente rotulado. Posteriormente éstos se transportaron al laboratorio de entomología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- **Trampas de luz:** Esta técnica de captura se realizó durante la noche, con el propósito de coleccionar insectos de hábitos nocturnos. La frecuencia de trapeo fue 1 vez al mes en los diferentes estratos del bosque y el cultivo simultáneamente.
- **Trampas Malaise:** Se instaló simultáneamente una trampa malaise en el bosque y el cultivo una vez al mes, las cuales se revisaban constantemente para evitar el deterioro de los especímenes capturados en el embudo de la trampa. Posteriormente el material entomológico fué transferido a cámaras de transporte y recipiente de almacenaje para su determinación en el laboratorio de la Corporación Universitaria Minuto de Dios. El material determinado fué almacenado en cajas entomológicas.

4.2.3 Tratamiento de las muestras

- **Almacenamiento y separación de insectos en el laboratorio**

Después de la llegada de las muestras al laboratorio, estas fueron almacenadas en eppendorf, tubos de ensayo y cajas de Petri de acuerdo al tipo de trampa, fecha de colecta y número de transecto, simultáneamente se cuidó de almacenar los especímenes que los requerían en alcohol al 96% o en seco mantenidos con naftalina.

- **Conteo por órdenes y determinación de familias**

Después del proceso de separación anteriormente descrito se procedió a realizar la determinación taxonómica morfológica de los especímenes usando las claves entomológicas de Borror 2005, González y Carrejo 1992 y Fernández y Sharkey 2006, además de la ayuda de expertos en determinados órdenes; simultáneamente durante el proceso de determinación se realizó el conteo general de los especímenes por orden y familia.

4.2.4 Índice de Margalef y Simpson para medir riqueza y diversidad

Para determinar la riqueza y la abundancia entomológica de los órdenes evaluados, se emplearon los índices de Margalef y de Simpson.

- **Índice de Margalef**

Según Moreno (2001), es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Para determinar éste índice se usa la siguiente expresión:

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde I es la diversidad, S es el número de especies presentes, y N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies). La notación \ln denota el logaritmo neperiano de un número.

Valores inferiores a 2,0 se relacionan con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

- **Índice de Simpson**

Moreno (2001) afirma que el índice de Simpson mide la probabilidad de que dos individuos de la población extraídos al azar sean de la misma especie (

$\sum p_i^2$); valores altos indican dominancia de alguna especie. Para medir la diversidad se utiliza el complementario del índice de Simpson, ya que varía de 0 a 1 indicando valores próximos a 1 mayor diversidad:

$$1 - D = 1 - \sum p_i^2$$

4.2.5 Análisis estadístico

Se realizó la comparación del número de especímenes recuperados por familia de importancia agroecológica de los dos hábitats de estudio y entre las familias recuperadas en el fragmento de bosque por transectos mediante la prueba de comparación T Student ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Determinación de los insectos reportados como plaga de la curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*), sus enemigos naturales y polinizadores en el cultivo y el fragmento de bosque.

5.1.1 Insectos reportados como plaga presentes en el cultivo y el fragmento de bosque.

Se determinaron insectos reportados como plaga pertenecientes a los órdenes Diptera, Coleoptera, Hemiptera y Lepidoptera (Tabla 1).

Del orden Diptera se determinaron dos familias. La familia Tephritidae (Figura 4), caracterizada porque las hembras depositan sus huevos en el interior de los frutos, en los tallos en desarrollo, o en las flores; las larvas se alimentan del tejido vegetal vivo, causan daños serios a muchas frutas comerciales (Hernández 2003; Barranco 2003). También se conocen como las moscas de la fruta las cuales son plaga de importancia económica en cultivos de la familia Passifloraceae (curuba, granadilla, gulupa, etc.) (ICA 2010). La familia Lonchaeidae (Figura 5), tiene hábitos muy variados, desde saprófagas, carpófagas secundarias y carpófagas primarias (Korytkowski 2003), además de ser una familia fitófaga de importancia agrícola y que constituye uno de los limitantes de producción en el cultivo de curuba (Umaña 2005, Castro *et al.*, 2012).

Del orden Coleoptera se encontraron individuos de las familias Curculionidae (Figura 6), los cuales son fitófagos y varias especies son perjudiciales para diversos cultivos (Costa *et al.* 1988), e individuos de la familia Chrysomelidae (Figura 7), los cuales tienen hábitos herbívoros, defoliadores específicos, asociados frecuentemente a uno o más hospederos de familias como Asteraceae, Solanaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Malvaceae, Salicaceae, Passifloraceae y Verbenaceae (Arnett 1968; Anaya 1987).

Del orden Hemiptera se determinó la familia Cicadellidae (Figura 8), la cual se caracteriza porque introducen su aparato bucal (estilete) en tallos, hojas o brotes tiernos, para extraer la savia (Pacheco *et al.* 1988; Jaramillo 1993; Caicedo y Gonzales 1997; Godoy 2006; Vargas 2007). En pasifloras causa manchas cloróticas y evita el desarrollo normal de las plantas jóvenes (CORPOICA 2005; Salinas 2010).

Del orden Lepidoptera se determinó la familia Nymphalidae (Figura 9), caracterizada porque el estado de larva es el agente causal de daño, la cual ataca masivamente defoliando la planta, eliminando incluso las yemas laterales que impiden el crecimiento de las plantas (Salinas 2010).

Las familias identificadas de los diferentes órdenes se presentaron en cultivo y bosque con excepción de Tephritidae la cual se presentó solo en bosque y Cicadellidae y Nymphalidae que se presentaron solo en cultivo.

Tabla 1. Insectos reportados como plaga recuperados en el cultivo y el fragmento de bosque.

Orden	Familia	Hábito	Hábitat	
			Cultivo	Bosque
Diptera	Tephritidae	Oviposición en frutos de especies frutales comerciales.		X
	Lonchaeidae	Oviposición en frutales de la familia <i>Passifloracea</i> - fitófago.	X	X
Hemiptera	Cicadellidae	Extracción de savia causando manchas cloróticas en tejidos jóvenes.	X	
Lepidoptera	Nymphalidae	Defoliador	X	
Coleoptera	Curculionidae	Fitófago	X	X
	Chrysomelidae	Defoliadores específicos	X	X



Figura 4. Mosca perteneciente a la familia Tephritidae recuperada en el área de bosque (Fuente: autores)

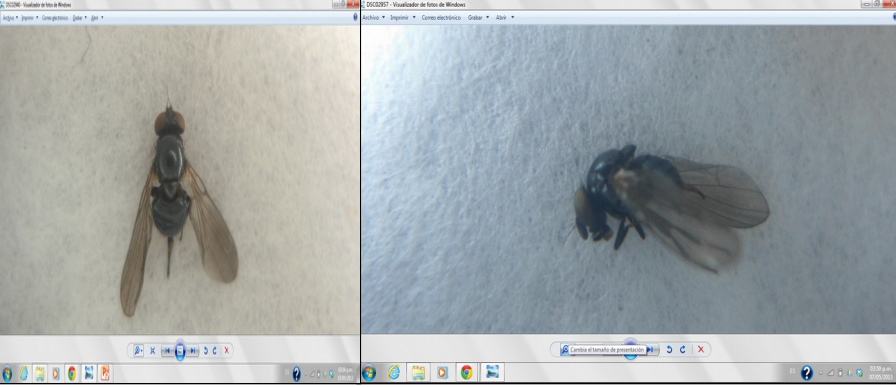


Figura 5. Mosca de la familia Lonchaeidae recuperada en bosque y cultivo (Fuente: autores).



Figura 6. Escarabajo de la familia Curculionidae recuperada en bosque y cultivo (Fuente: autores).



Figura 7. Escarabajo de la familia Chrysomelidae recuperada en bosque y cultivo (Fuente: autores).



Figura 8. Chinche de la familia Cicadellidae recuperada cultivo (Fuente: autores).



Figura 9. Larva y mariposa de la familia Nymphalidae recuperada en cultivo. A. Larva consumiendo folios de plantas de curuba. B. Adulto (Fuente: autores).

5.1.2 Enemigos naturales presentes en el cultivo de curuba y el fragmento de bosque.

Se determinaron enemigos naturales pertenecientes a los órdenes Hymenoptera y Diptera (Tabla 2). Del orden Hymenoptera se hallaron individuos de las familias Braconidae, Ichneumonidae, Megaspilidae y Diapriidae (Figuras 10, 11, 12 y 13). Los Braconidae se reconocen por ser endo ó ecto parasitoides con estrategia idiobionte, los cuales evitan que continúen el desarrollo de huéspedes después de haber sido parasitados ó estrategia koinobionte, en la que el parasitoide paraliza temporalmente a la víctima, permitiéndole continuar con su crecimiento y eliminándola sólo cuando ha alcanzado un tamaño o estadio de desarrollo predeterminado (Askew y Shaw 1986; Fernández & Sharkey 2006). Atacan exclusivamente Lepidópteros, Coleópteros y Dípteros en diferentes estados de desarrollo (Matthews 1974; LaSalle & Gauld 1991). En pasifloráceas es importante como parasitoide de larvas y pupas de varias especies de *Dasiops* (Lonchaeidae) (Quintero *et al.* 2012; Santamaría *et al.*, 2012; Castro *et al.*, 2012). Por otra parte son considerados como indicadores de riqueza y estabilidad de un ecosistema y

además utilizados ampliamente en el control biológico de plagas (Gauld y Bolton 1988; Shaw & Hudleston 1991, Kato 1994; Lewis y Whitfield 1999; Whitfield y Lewis 2001).

Las avispas de la familia Ichneumonidae, se caracterizan por tener hábitos parasitoides (Clausen 1940; Vinson 1985; Eggleton y Belshaw 1992), de imnaduras de Lepidoptera, Neuroptera, Diptera, Hymenoptera y Coleoptera, prefiriendo la familia Curculionidae (Gauld 1987; Gauld y Ward 2000; Nicholls 2008; Nájera y Souza 2010).

La familia Megaspilidae, en su mayoría son ectoparasitoides y endoparasitoides de hospederos ocultos en el capullo o en la crisálida (Haviland 1920; Kamal 1939). Se caracterizan por parasitar especies benéficas de la familia Syrphidae y Chrysopidae; también son hiperparasitoides de áfidos que ya han sido parasitados por avispas de la familia Braconidae (Nicholls 2008).

Las avispas de la familia Diapriidae, son encontrados comúnmente en microhábitats húmedos y áreas sombrías; principalmente son endoparasitoides y depredadores primarios de Diptera (Larva-pupa, o pupa), aunque algunas especies son parasitoides de grupos de otros órdenes (Fernández & Sharkey 2006; Quintero *et al.* 2012). Parasitoides de la familia Diapriidae han sido reportados como endoparasitoides de moscas del género *Dasiops* en cultivos de pasifloras de Cundinamarca y Boyacá, Colombia, los cuales se considera promisorios para procesos de control biológico clásico y control biológico de conservación (Santamaría *et al.*, 2012). Además algunos Diapriidae se han reportado como endoparasitoides de Tephritidae e hiperparasitoides de Psilidae (Nicholls 2008).

Del orden Diptera se encontró la familia Syrphidae (Figura 14), las larvas de al menos 14 géneros son depredadores importantes de varias plagas tales como áfidos, cóccidos, trips y larvas de mariposas (Vockeroth & Thompson 1987; Núñez 1991; Nicholls 2008).

La recuperación de enemigos naturales de plagas agrícolas en bosque alto andino corrobora que los ecosistemas naturales son fundamentales porque sirven de refugio para especies benéficas para la agricultura.

Las familias determinadas como enemigos naturales fueron recuperadas en cultivo y bosque.

Tabla 2. Insectos enemigos naturales recuperados en el cultivo y el fragmento de bosque.

Orden	Familia	Hábito	Hábitat	
			Cultivo	Bosque
Hymenoptera	Braconidae	Ecto y endoparasitoide	X	X
	Ichneumonidae	Ecto y endoparasitoide	X	X
	Megaspilidae	Ecto y endoparasitoide	X	X
	Diapriidae	Endoparasitoide y depredador	X	X
Diptera	Syrphidae	Depredador	X	X



Figura 10. Avispa de la familia Braconidae recuperada en bosque y cultivo (Fuente: autores).



Figura 11. Especímenes de la familia Ichneumonidae recuperada en bosque y cultivo. (Fuente: autores).



Figura 12. Avispa de la familia Megaspilidae recuperada en bosque y cultivo (Fuente: autores).



Figura 13. Avispa de la familia Diapriidae recuperada en bosque y cultivo (Fuente: autores).



Figura 14. Moscas de la familia Syrphidae recuperada en bosque y cultivo. (Fuente: autores).

5.1.3 Polinizadores presentes en el cultivo de curuba y el fragmento de bosque

Se determinaron polinizadores pertenecientes a los órdenes Diptera e Hymenoptera (Tabla 3). Del orden Diptera se determinaron las familias Syrphidae y Tachinidae (Figura 14 y 17). Los adultos de la familia Syrphidae son polinizadores por excelencia, ya que pueden desempeñar el papel de las abejas (Gutierrez *et al.* 2005; APOLO 2010). Además, desde hace mucho tiempo se han considerado como los insectos más importantes en polinización de pasifloraceas (Nishida 1958). La familia Tachinidae ocupa el tercer lugar dentro de los dípteros polinizadores más importantes, luego de Syrphidae y Bombyliidae (Kevan y Baker 1983; APOLO 2010). Estas dos familias se encontraron tanto en el cultivo como en el bosque.

Del orden Hymenoptera se recuperaron las familias Apidae y Halictidae (Figuras 15 y 16). Las abejas de la familia Apidae prestan el servicio de polinización general cuando se encuentran solitarias, sociales, domesticadas ó silvestres. Por su actividad polinizadora fomenta el mantenimiento de la diversidad vegetal y la producción de frutos y semillas para el aprovechamiento humano (Fernández & Sharkey 2006; APOLO 2010). Por ello es importante la conservación de los ecosistemas naturales circundantes a los cultivos dado que allí encuentran refugio y alimentación (Nishida 1958; Ramírez 2006). La familia Halictidae, está compuesta en su mayoría por especies poliléticas, es decir que son himenópteros que visitan una amplia variedad de plantas para obtener néctar y polen (Engel 2000); la presencia de estas familias fue solo en el cultivo. Estas familias no se recuperaron en el fragmento de bosque debido a que no se hallaron en ninguna de las metodologías de muestreo empleadas, a pesar de haber sido observados en éste hábitat.

Tabla 3. Insectos polinizadores recuperados en el cultivo y el fragmento de bosque.

Orden	Familia	Hábito	Hábitat	
			Cultivo	Bosque
Hymenoptera	Apidae	Polinizador primario	X	
	Halictidae	Polinizador secundario	X	
Diptera	Syrphidae	Polinizador primario	X	x
	Tachinidae	Polinizador secundario	X	x

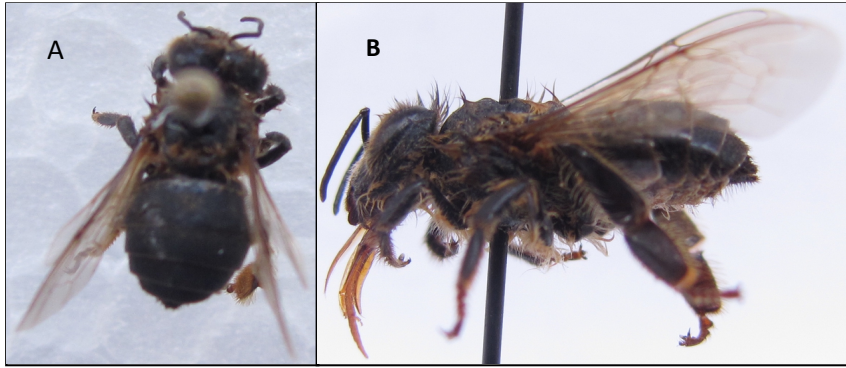


Figura 15. Especímenes de la familia Apidae recuperada en Cultivo. A. Vista dorsal. B. Vista lateral (Fuente: autores).



Figura 16. Himenóptero de la familia Halictidae recuperada en cultivo (Fuente: autores).



Figura 17. Diferentes individuos de la familia Tachinidae recuperada en bosque y cultivo (Fuente: autores).

5.2 Riqueza y abundancia de los insectos reportados como plaga de la curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*), sus enemigos naturales y polinizadores en el cultivo y en el fragmento de bosque.

- **Riqueza**

La riqueza está representada por el número de familias encontradas en los dos hábitats de estudio. En el cultivo se recuperaron 3892 individuos y en el fragmento de bosque 5570, para un total de 9462 individuos de los cinco órdenes estudiados (Tabla 4), donde el 78,01% de los individuos encontrados corresponden al orden Diptera, el 8,20% a Hymenoptera, el 7,07% al Hemiptera, el 4,57% a Coleoptera y el 2,16% al Lepidoptera.

Lo anterior concuerda con lo afirmado por Andrade y Amat (2000) quienes aseguran que el orden Diptera es ampliamente diverso en la Sabana de Bogotá. Sin embargo, el orden Coleoptera tuvo el menor porcentaje, obedeciendo posiblemente por sus hábitos alimenticios que se ven perjudicados por los disturbios que ha sufrido el fragmento de bosque (inundaciones, talas, quemas, entre otros) (Sarasola *et al.* 2006). En el cultivo, la compactación del suelo y el riego constante también repercuten en la disminución de capturas de dicho orden; no cumpliendo con lo que aseveran los autores anteriormente mencionados.

El orden Hymenoptera tuvo menor número de capturas que Diptera y Coleoptera probablemente debido a que la diversidad de éste orden disminuye en ambientes alto andinos (Smithers y Atkins 2001).

Tabla 4. Número de individuos capturados por orden en cultivo y bosque.

Orden	No. Individuos Cultivo	%	No. Individuos Bosque	%
Diptera	2838	72,92	4543	81,56
Coleoptera	218	5,60	214	3,84
Lepidoptera	48	1,23	156	2,80
Hymenoptera	188	4,83	588	10,56
Hemiptera	600	15,42	69	1,24
Total	3892		5570	

En la tabla 5 se encuentra el número total de familias identificadas en cada hábitat de estudio. Para el fragmento de bosque, se identificaron 24 y para el cultivo agroecológico de curuba se identificaron 21. Del total de las familias, se encuentran 15 asociadas entre los dos hábitats.

Tabla 5. Ordenes y familias recuperadas en bosque alto andino y cultivo de curuba

Orden	Familias recuperadas por hábitat	
	Fragmento de bosque	Cultivo
Diptera	Tachinidae	Syrphidae
	Sarcophagidae	Lonchaeidae
	Phoridae	Tachinidae
	Agromyziidae	Sarcophagidae
	Heleomyzidae	Phoridae
	Lonchaeidae	Psilidae
	Otitidae	
	Tephritidae	
	Richardiidae	
	Psilidae	
	Syrphidae	
	Pipunculidae	
	Stratiomyidae	
	Hymenoptera	Braconidae
Ichneumonidae		Ichneumonidae
Diapriidae		Megaspilidae
Megaspilidae		Diapriidae
		Crabronidae
		Apidae
Coleoptera		Halictidae
	Mordeliidae	Scarabaeidae
	Staphylinidae	Staphylinidae
	Cucujidae	Chrysomelidae
	Chysomelidae	Elateridae
	Curculionidae	Curculionidae
Hemiptera	Scarabaeidae	
	Pentatomidae	Cicaellidae
Lepidoptera		Nymphalidae
No. Total de familias	24	21

El valor de la riqueza calculado con el índice de Margalef para los 6 meses de muestreo fue de 6.35 para el fragmento de bosque y 5.92 para el cultivo (Tabla 6), presentando mayor riqueza el bosque ya que se reportó mayor número de familias en comparación con el cultivo. Esto se debe a que en el fragmento de bosque se encuentran las condiciones de equilibrio (hábitat para alimentación, reproducción y refugio) que albergan una mayor cantidad de especies de entomofauna (Nicholls 2008).

Para el índice de Simpson, el fragmento de bosque presentó mayor diversidad con un 0.84, mientras que el cultivo presentó un 0.76 (Tabla 6), lo anterior se debe a que el bosque es un ecosistema natural, poco intervenido en el cual existe mayor probabilidad de encontrar diversidad de insectos, sean o no de importancia agrícola.

De acuerdo con los índices de Margalef y de Simpson la riqueza y diversidad de familias respectivamente, fue parcialmente menor en el cultivo de curuba que en el fragmento de bosque.

Tabla 6. Índice de riqueza y diversidad de Margalef y de Simpson para los dos hábitats de estudio

Familias identificadas	Fragmento de Bosque		Cultivo de curuba	
	ni	Pi	Ni	Pi
Tachinidae	1356	0,326	118	0,049
Sarcophagidae	247	0,059	459	0,192
Phoridae	582	0,140	960	0,403
Agromyziidae	98	0,024	0	0,000
Heleomyzidae	72	0,017	0	0,000
Lonchaeidae	387	0,093	58	0,024
Otitidae	199	0,048	0	0,000
Tephritidae	132	0,032	0	0,000
Richardiidae	97	0,023	0	0,000
Psilidae	37	0,009	14	0,006
Syrphidae	29	0,007	20	0,008
Pipunculidae	23	0,006	0	0,000
Stratiomyidae	74	0,018	0	0,000
Braconidae	411	0,099	47	0,020
Ichneumonidae	132	0,032	41	0,017
Diapriidae	26	0,006	5	0,002
Megaspilidae	3	0,001	19	0,008
Crabronidae	0	0,000	16	0,007
Apidae	0	0,000	7	0,003
Halictidae	0	0,000	15	0,006
Mordeliidae	53	0,013	37	0,016
Staphylinidae	125	0,030	75	0,031
Cucujidae	1	0,000	1	0,000
Elateridae	0	0,000	1	0,000
Chysomelidae	5	0,001	4	0,002
Curculionidae	5	0,001	9	0,004
Scarabaeidae	15	0,004	78	0,033
Pentatomidae	53	0,013	0	0,000
Cicadellidae	0	0,000	384	0,161
Nymphalidae	0	0,000	17	0,007
Total individuos	4162		2385	
Total familias	24		21	
Riqueza de Margalef	6,355		5,922	
Diversidad de Simpson	0,845		0,769	

- **Abundancia**

De las 30 familias recuperadas (Tabla 5), 14 familias se consideraron de importancia agroecológica para el caso de estudio, debido a que están

reportadas cumpliendo diferentes hábitos como fitifagos, enemigos naturales, parasitoides o polinizadores (Tabla 7).

En el cultivo de curuba las familias de los insectos recuperados y reportados como fitifagos plaga fueron Cicadellidae (51.61%), Lonchaeidae (7.8%), Nymphalidae (2.28%), Curculionidae (1.21%) y Chrysomelidae (0.54%). Las familias de enemigos naturales fueron Braconidae (6.32%), Ichneumonidae (5.51%), Syrphidae (2.69%) Megaspilidae (2.55%) y Diapriidae (0.67%). Las familias de insectos polinizadores fueron Tachinidae (15.86%), Syrphidae (2.69%), Halictidae (2.02%) y Apidae (0.94%) (Tabla 6).

En el fragmento de bosque la familias consideradas como fitófagos plaga fueron Lonchaeidae (15.57%), Tephritidae (5.31%) y Curculionidae (0.2%). Las familias de enemigos naturales fueron Braconidae (16.53%), Ichneuminidae (5.31%), Syrphidae (1.17%), Diarpiidae (1.05%) y Megaspilidae (0.12%) y las familias polinizadoras fueron Tachinidae (54.55%) y Syrphidae (1.17%).

Tabla 7. Familias de insectos de importancia agroecológica halladas en bosque alto andino y el cultivo agroecológico de curuba.

Rol ecológico	Familia	Bosque		Cultivo	
		No. Individuos	%	No. Individuos	%
Plaga	Lonchaeidae	387	15.57	58	7.80
	Tephritidae	132	5.31	0	0.00
	Chrysomelidae	5	0.20	4	0.54
	Curculionidae	5	0.20	9	1.21
	Cicadellidae	0	0.00	384	51.61
	Nymphalidae	0	0.00	17	2.28
Enemigos naturales	Braconidae	411	16.53	47	6.32
	Ichneumonidae	132	5.31	41	5.51
	Diapriidae	26	1.05	5	0.67
	Megaspilidae	3	0.12	19	2.55
Polinizadores	Halictidae	0	0.00	15	2.02
	Apidae	0	0.00	7	0.94
	Tachinidae	1356	54.55	118	15.86
	Syrphidae	29	1.17	20	2.69
Número total de individuos		2486	100.0	744	100.0
Número total de familias		10		14	

De acuerdo con Altieri (1992) y Altieri & Nicholls (2007), el manejo espacial de la vegetación circundante a los cultivos puede permitir que los agente naturales de control biológico alcancen niveles de población más altos en huéspedes o presas alternativas y persistan en el medio agrícola, lo que se evidencia en la presencia de familias consideradas como enemigos naturales en el cultivo agroecológico de curuba, los cuales posiblemente hayan estabilizado las poblaciones de insectos plaga al no presentarse daños en la fase vegetativa del cultivo.

Por lo tanto es importante mantener la vegetación no cultivada (fragmentos de bosque, corredores biológicos y arvenses) alrededor de los sistemas productivos, ya que éstos sirven como hábitats alternos para las poblaciones de enemigos naturales y polinizadores, que van a repercutir en las áreas de cultivo en el mantenimiento de los niveles de plagas y el aumento en la tasa de polinización (Norris y Kogan 2005). Lo anterior se confirma con la diversidad encontrada de las familias de enemigos naturales y polinizadores pertenecientes a los órdenes Hymenoptera y Diptera.

5.3 Distribución espaciotemporal de los insectos reportados como plaga del cultivo de la curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*), sus enemigos naturales y polinizadores en el cultivo y en el fragmento de bosque.

5.3.1 Distribución temporal de los órdenes estudiados en el fragmento de bosque y el cultivo de curuba

Durante los 6 meses de muestreo en el cultivo y el fragmento de bosque, los cinco órdenes presentaron un comportamiento diverso.

- **Orden Diptera**

El orden Diptera presentó un mayor número de individuos recuperados tanto en bosque como en el cultivo entre los ordenes estudiados (Figura 18). En el cultivo de curuba Diptera, presentó la mayor abundancia durante la época seca de diciembre lo cual concuerda con (Osorio 2007; Velázquez *et al.* 2007) quienes afirman que los dípteros aumentan su población durante épocas de baja precipitación.

En el fragmento de bosque los dípteros tuvieron mayor abundancia en el mes de enero. Esto se debe probablemente a que se presentan aumentos considerables en la temperatura y brillo solar permanente durante las horas de día (poca nubosidad), fomentando la actividad de los insectos. Por otro lado es posible que el mayor número de individuos capturados en enero estuviera relacionado con la presencia de enemigos naturales del orden Hymenoptera los cuales también tuvieron mayor abundancia en enero, ya que las familias Diapriidae y Braconidae recuperadas en este trabajo, son parasitoides primarios o secundarios de las familias estudiadas de Diptera (Velázquez *et al.* 2007; Quintero *et al.* 2012).

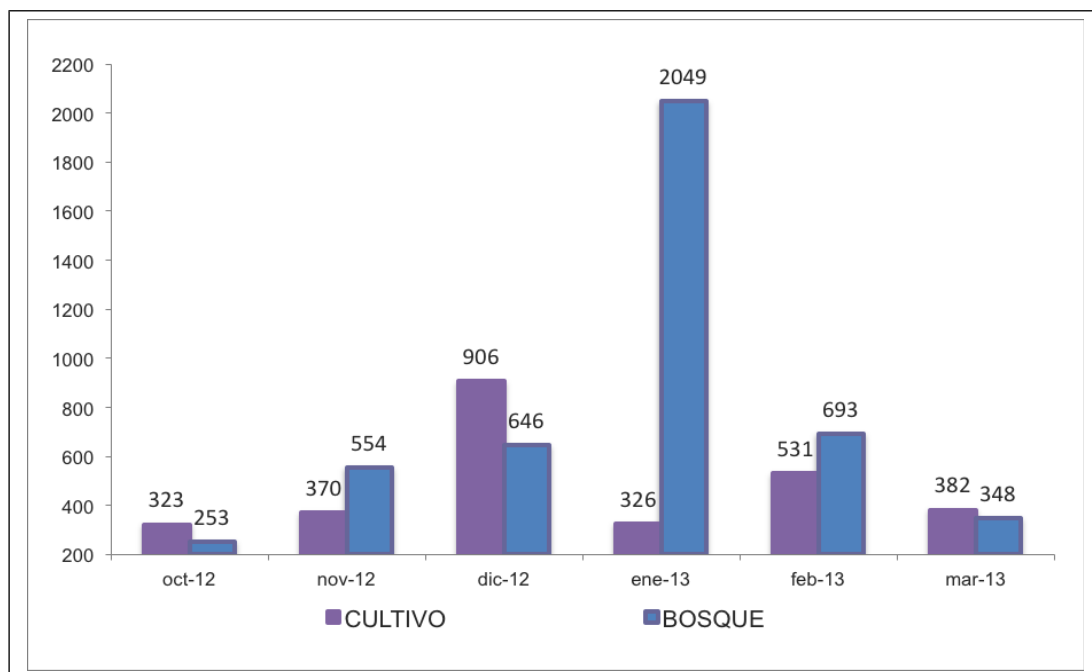


Figura 18. Número de insectos recolectados del orden Diptera en cultivo y bosque durante octubre de 2012 y marzo de 2013.

Para los meses de muestreo el cultivo se encontraba con una diversidad de plantas correspondientes a arveja, frijol y maíz, lo que pudo haber cambiado los mensajes químicos emitidos por la curuba, esto posiblemente representa que las plagas encontradas en el cultivo no estén directamente asociadas a la curuba sino que puedan responder a la presencia de otras especies (Feeny 1975; Paré & Tumlinson 1999).

- **Orden Hemiptera**

En la figura 19 se puede observar que este orden presentó mayor abundancia en el mes de diciembre el cual se caracterizó por bajas precipitaciones y pleno desarrollo vegetativo de las plantas de curuba. Se registró únicamente la familia Cicadellidae la cual está estrechamente asociada con pastos y arvenses (Saunders *et al.* 1998; Giraldo *et al.* 2011); las caules se desarrollaron permanentemente durante el desarrollo del cultivo agroecológico de curuba.

En el fragmento de bosque los individuos del orden Hemiptera presentarán un comportamiento regular con pocos especímenes recuperados, probablemente porque un ecosistema natural mantiene la diversidad en un estado de equilibrio (Kageyama 2008).

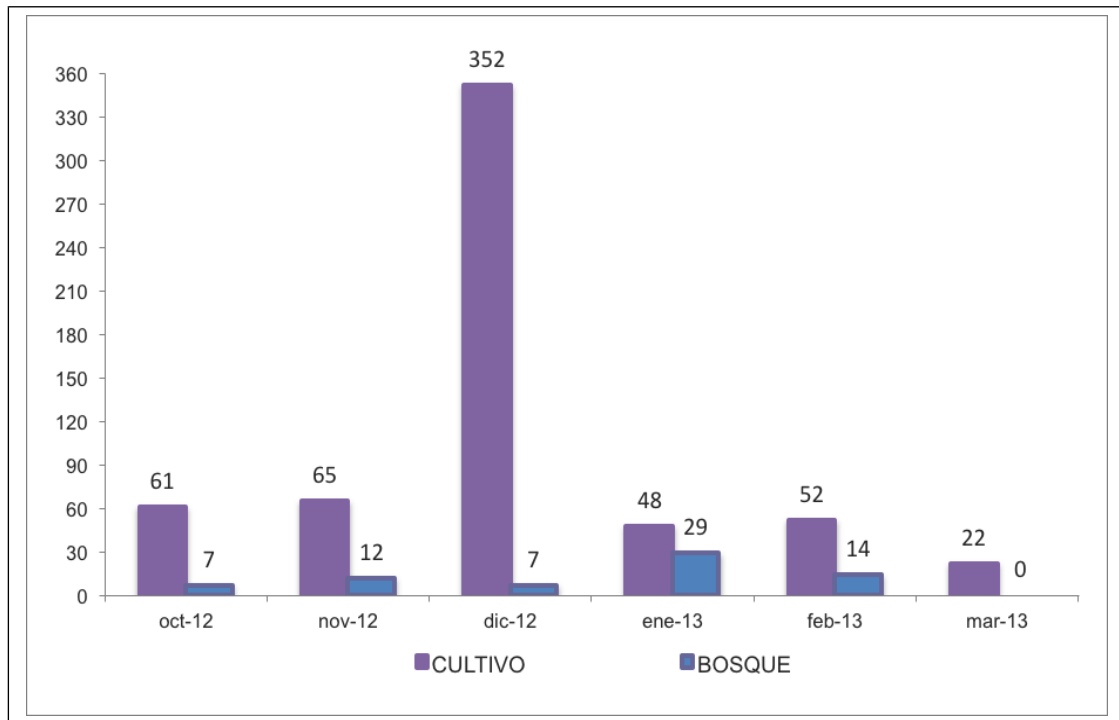


Figura 19. Número de insectos recolectados del orden Hemiptera en cultivo y bosque durante octubre de 2012 y marzo de 2013.

- **Orden Coleoptera**

La abundancia del orden Coleoptera en el cultivo fue mayor en el mes de enero de 2013 mientras que en el fragmento de bosque fue mayor en el mes de noviembre de 2012 (Figura 20). El mayor número de especímenes recuperados de este orden correspondieron a la familia Staphylinidae, la cual en este trabajo no se consideró de importancia agroecológica debido a que no se halló evidencia de que se encuentra asociada a hábitos fitófagos en el cultivo agroecológico de curuba, enemigo natural ó polinizador. Sin embargo, la familia Staphylinidae tiene una relación indirecta igualmente importante para los sistemas agrícolas debido a que la mayor parte de especies tienen hábitos descomponedores lo cual es fundamental para el reciclaje de nutrientes y mantenimiento del equilibrio de la nutrición de los suelos (Newton 1990; Skalski & Póspiech 2006). La familia Staphylinidae se encuentra asociada principalmente a hojarasca y a ambientes húmedos (Gobat *et al* 1998; Gutierrez 2003). Este comportamiento puede justificar el predominio del número de insectos de Coleoptera en época de alta precipitación en el fragmento de bosque (Noviembre) y de abundante riego en el cultivo en el mes de enero.

Las familias consideradas de importancia agroecológica Chrysomellidae y Curculionidae presentaron un número inferior a la familia Staphylinidae. En cultivo se recuperaron 4 individuos de Chrysomellidae y 9 individuos de

Curculionidae. En bosque se recuperaron 5 individuos de Curculionidae y 5 individuos de Chrysomellidae.

La mayoría de especies de la familia Curculionidae son fitófagas, se alimentan y reproducen bajo la corteza ó dentro de tronco de árboles en descomposición (Stehr 1987; Rubio 2009). Por lo tanto el bajo número de captura pudo deberse a que no se muestreó en éstos hábitats específicos. Los coleopteros de la familia Chrysomellidae se alimentan de flores y polen (Recalde y Hugarte 2002). Por esto se recuperaron pocos individuos dado a que el cultivo se encontraba en fase vegetativa.

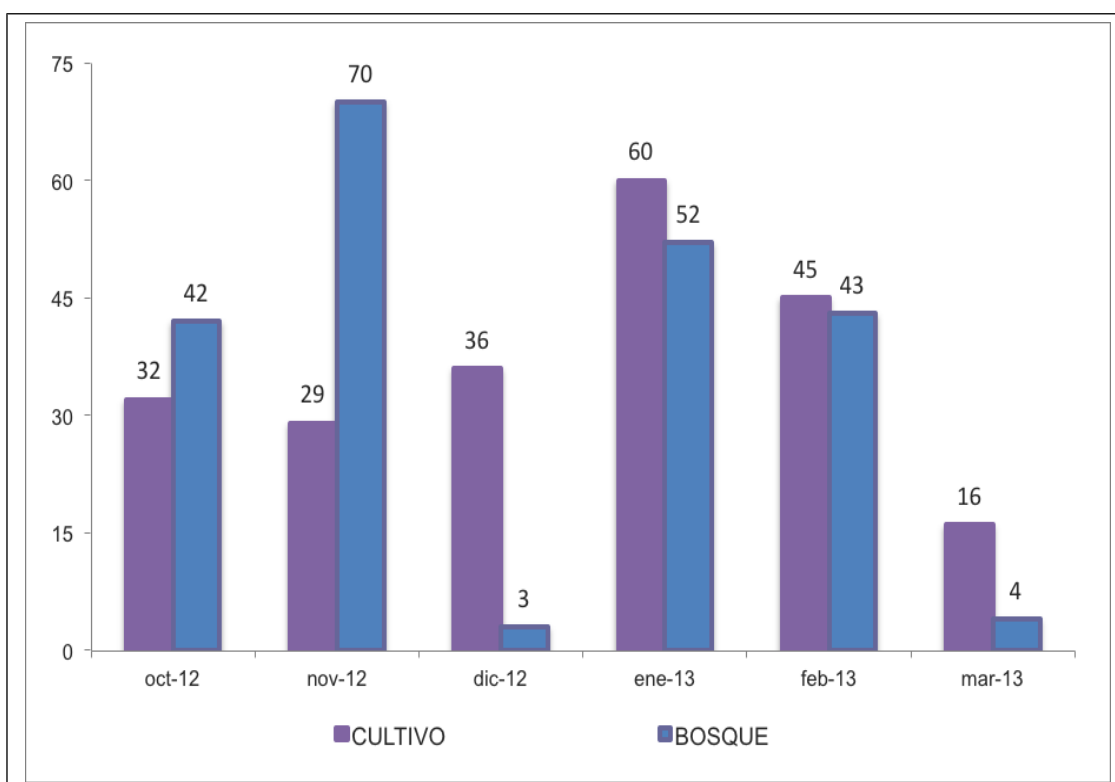


Figura 20. Número de insectos recolectados del orden Coleoptera en cultivo y bosque durante octubre de 2012 y marzo de 2013.

- **Orden Lepidoptera**

En orden Lepidoptera presentó mayor abundancia en el mes de diciembre (Figura 21) en el cultivo, representada principalmente por individuos de la familia Nymphalidae. En contraste, en el fragmento de bosque no se recuperaron individuos de ésta familia, sin embargo si se observaron adultos habitando este ecosistema. Esto significó que los métodos de captura de lepidópteros (inmaduros y adultos) implementados en el bosque no fueron efectivos. El mayor número de individuos recuperados en bosque correspondieron a polillas saprófagas de hábitos nocturnos, las cuales se capturaron con trampas McPhail en el mes de enero.

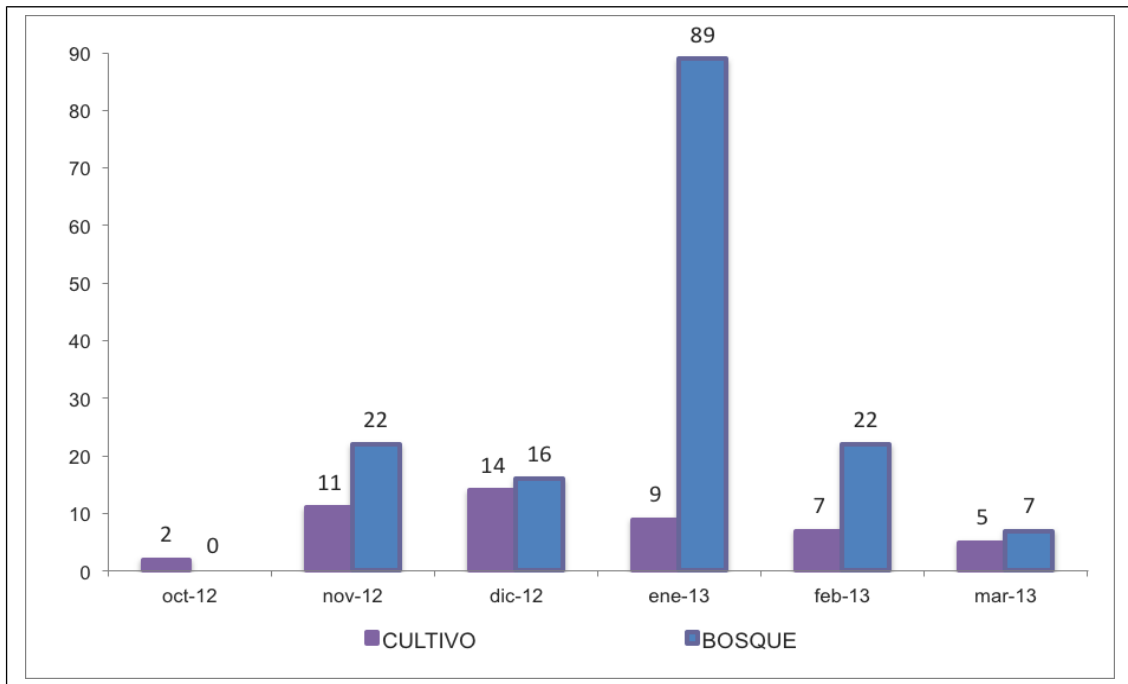


Figura 21. Número de insectos recolectados del orden Lapidoptera en cultivo y bosque durante octubre del 2012 y marzo del 2013.

- **Orden Hymenoptera**

El orden Hymenoptera presentó mayor abundancia en el bosque pero mayor riqueza en el cultivo de curuba (Figura 22). Lo anterior se presentó posiblemente porque dentro del cultivo y en sus linderos fueron establecidas especies cultivadas que producen varias flores por planta como arveja, frijol, papa y se desarrollaron especies de arvenses con flores que no fueron eliminadas las cuales atraen polinizadores (González 2010). Las especies cultivadas fueron atacadas por especies fitófagas del orden Lepidóptera las cuales pudieron ser depredadas ó parasitadas por himenópteros. La presencia de los himenópteros benéficos se sustenta en que las plantas producen sustancias que pueden atraer a los enemigos naturales de los fitófagos (Badii *et al.* 2010) y por ello pudo encontrarse mayor riqueza de artrópodos benéficos en el cultivo que en el bosque.

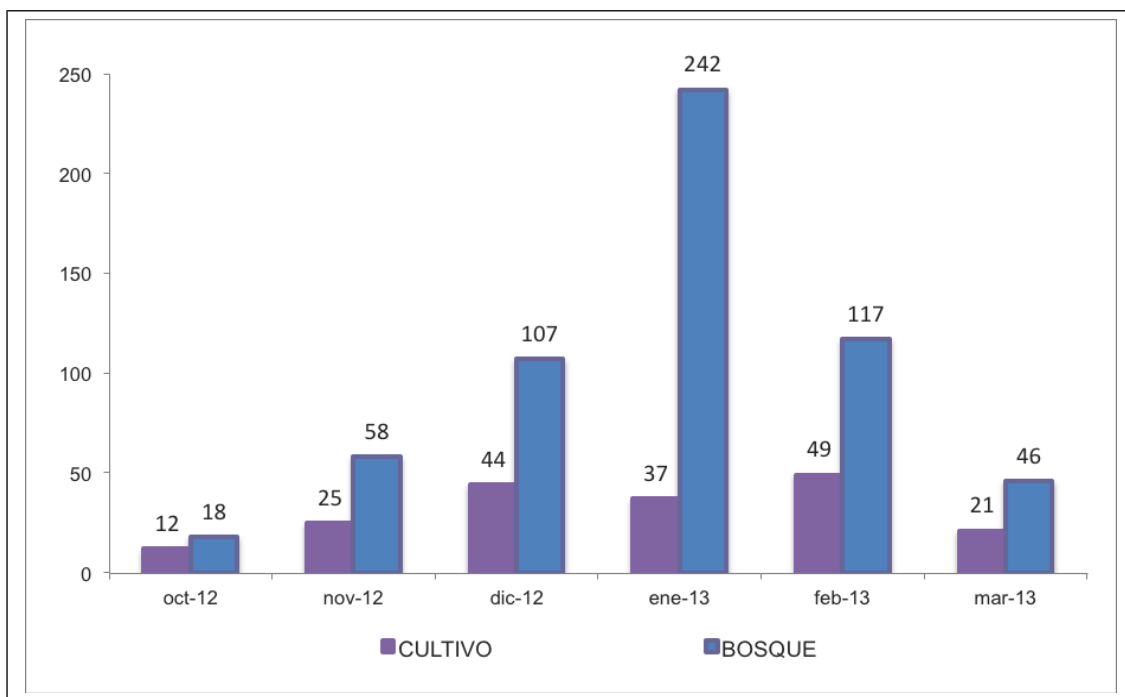


Figura 22. Número de insectos recuperados del orden Hymenoptera en cultivo y bosque durante octubre de 2012 y marzo de 2013.

5.3.2 Distribución espacial de las familias de importancia agroecológica en el fragmento de bosque y el cultivo de curuba

De las 14 familias de importancia agroecológica halladas en los dos hábitats de estudio (Tabla 7); la diversidad entomológica correspondiente a las familias (Lonchaeidae, Tephritidae, Tachinidae, Syrphidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Cicadellidae, Braconidae, Ichneumonidae, Diapriidae, Megaspilidae, Halictidae, Apidae, Nymphalidae) encontradas en el fragmento de bosque alto andino presentan diferencias significativas a la diversidad entomológica encontrada en el cultivo agroecológico de curuba, según los resultados arrojados por la prueba estadística de comparación T Student (Anexo 1).

Lo anterior se debe probablemente a que el bosque, por ser un ecosistema poco intervenido, cuenta con las condiciones óptimas para albergar una mayor diversidad de familias de insectos fitófagos, enemigos naturales, polinizadores, saprófagos, coprófagos, etc., al ofrecer una mayor cantidad de microhábitats y de recursos en relación a los ofrecidos por el cultivo (Nicholls 2008). En el cultivo se recuperó una mayor abundancia de insectos plaga (fitófagos) e individuos de familias de enemigos naturales y polinizadores.

Ésto concuerda con los planteamientos de la Comisión Europea (2009) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2009) quienes afirman que los ecosistemas forestales son un importante reservorio

de diversidad biológica que proporcionan servicios y bienes de valor incalculable para los seres humanos como el albergue para enemigos naturales y polinizadores recuperados en este estudio.

Altieri & Nicholls (2007) agregan que el mantenimiento de la diversidad biológica es de importancia en los agroecosistemas, ya que sin ésta desaparece el reciclaje de nutrientes, el control del microclima local, la regulación de los procesos hidrológicos locales, la regulación de la abundancia de organismos desfavorables, la polinización y la detoxificación de los productos químicos nocivos.

Por ende la preservación de áreas de bosque, son de suma importancia ya que se convierten en áreas de reservorio y de conservación de la biodiversidad, siendo la mejor estrategia para mantener los servicios ecosistémicos (De la Cruz 2005; Altieri & Toledo 2011).

- **Distribución espacial en el cultivo agroecológico de curuba**

La zona de muestreo abarcó la totalidad del cultivo, es decir, 1000m²; en donde se identificó que los diferentes órdenes estudiados tienen una distribución espacial homogénea, ya que cuentan con poco espacio para desarrollar sus actividades. Lo que hace más probable que casi la totalidad de los órdenes que allí se desplacen sean colectados con los métodos de muestreo implementados.

- **Distribución espacial en el fragmento de bosque por transecto**

El orden Diptera fue el que se presentó con mayor abundancia en todos los transectos muestreados. Es decir que prefiere ambientes con alta densidad vegetal, además se encontró asociado a varias especies de plantas con herbivoría, actuando como minadores. El ambiente de los transectos se caracteriza por tener un dosel aproximado de 8 metros, alta presencia de hojarasca y presencia de diferentes especies vegetales tanto nativas como exóticas (Figura 23), lo cual propicia un hábitat óptimo para el desarrollo de éste orden.

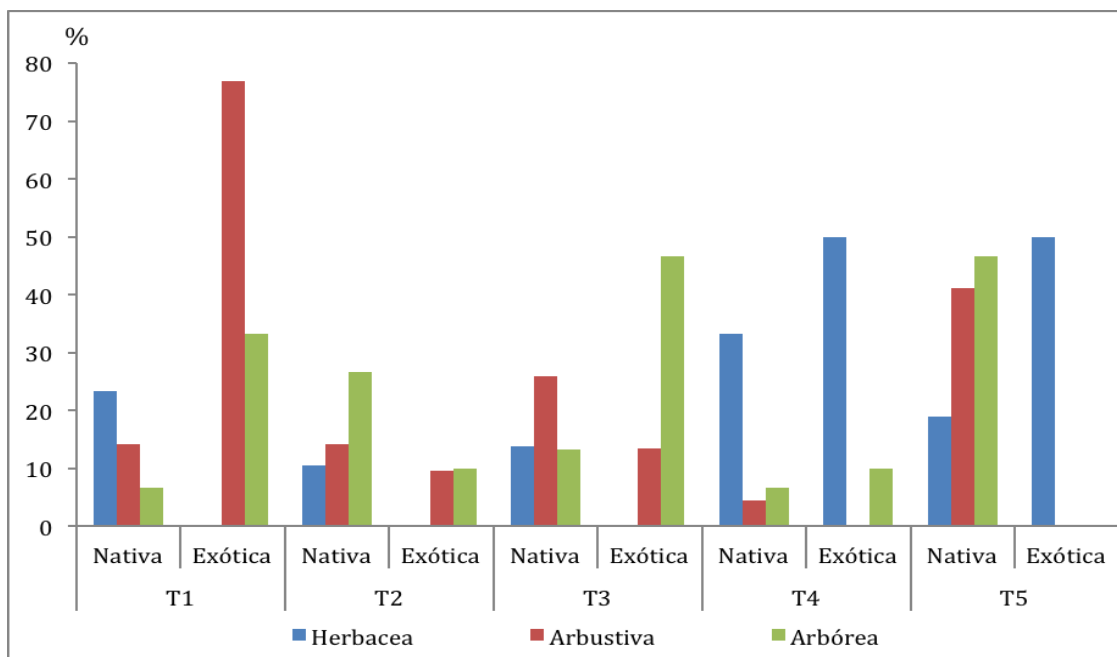


Figura 23. Tipo de vegetación del fragmento de bosque alto andino por transecto.

En la tabla 8 se muestra la cantidad de insectos de las familias de importancia agroecológica que se presentaron en el fragmento de bosque alto andino y la cantidad de especímenes recuperados por familia en cada uno de los 5 transectos muestreados.

En el transecto 1 se evidencia que la familia Braconidae (himenóptero enemigo natural) presenta un mayor número de capturas que el 2, lo que indica que es probable que esta familia se deplace con mayor facilidad al cultivo a prestar el servicios de parasitoidismo. De la misma manera la Familia Tachinidae (díptero polinizador) tiene un alto número de capturas, indicando también que es más fácil su desplazamiento hacia el cultivo. Las dos familias anteriores también se hallaron en el cultivo, por lo que se puede inferir que se encuentran en constante movimiento entre los dos hábitats.

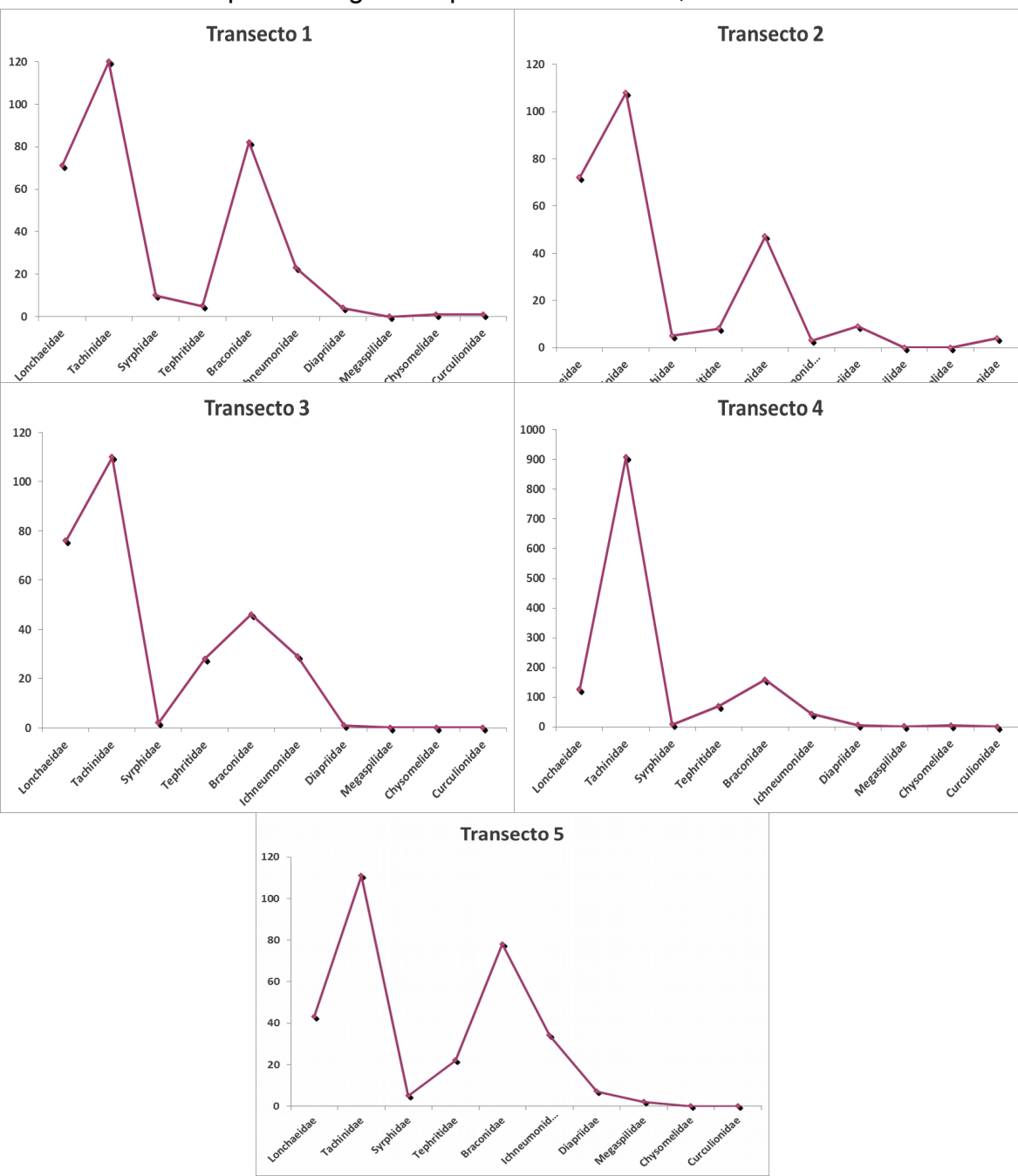
El transecto 4 tiene un mayor número de capturas en la mayoría de las familias, esto obedece a que esta zona boscosa alberga mayor densidad vegetal y tiene un aumento en la vegetación nativa herbácea, la que suministra un microclima óptimo para alojar mayor abundancia de individuos de diferentes ordenes.

Tabla 8. Número de especímenes capturados por transecto de las familias de importancia agroecológica en el fragmento de bosque alto andino.

Total general de familias en el fragmento de bosque

Orden	Familia	T1	T2	T3	T4	T5
Diptera	Lonchaeidae	71	72	76	125	43
	Tachinidae	120	108	110	907	111
	Syrphidae	10	5	2	7	5
	Tephritidae	5	8	28	69	22
Hymenoptera	Braconidae	82	47	46	158	78
	Ichneumonidae	23	3	29	43	34
	Diapriidae	4	9	1	5	7
	Megaspilidae	0	0	0	1	2
Coleoptera	Chrysomelidae	1	0	0	4	0
	Curculionidae	1	4	0	0	0

En la figura 24 se observa el comportamiento de las familias de importancia agroecológica halladas en el fragmento de bosque alto andino por transecto. En los cinco transectos las familias Tachinidae y Braconidae presentan mayor número de especímenes capturados, en donde se observa mayor abundancia de individuos de éstas dos familias, esto se debe posiblemente a la disponibilidad de alimento en el fragmento de bosque y a la diversidad de especies vegetales presentes en éste, además de los hábitos alimenticios de



amente.

Lonchaeidae, elidae en el asociar este de refugio y herbácea y es) la cual se das. De esta 4) y Andow el manejo de aga y en el (toides) que

importancia Braconidae, Curculionidae) no presentan os, según los n T Student

Figura 24. Número de especímenes por familia hallados por transecto en el fragmento de bosque alto andino.

En la figura 25 se puede observar la distribución espacial de los órdenes hallados en el fragmento de bosque, por transecto. En el transecto 1 las familias del orden Diptera son Tachinidae (4,83%), Lonchaeidae (2,86%), Syrphidae (0,4%) y Tephritidae (0,2%), para un total de 8,29%. Del orden Hymenoptera las familias halladas son Braconidae (3,3%), Ichneumonidae (0,93%) y Diapriidae (0,16%), sumando 4,38% y del orden Coleoptera, con las familias Chrysomelidae (0,04%) y Curculionidae (0,04%), con un 0,08%. Sumando el transecto 1 un total de 12,75%.

En el transecto 2 las familias del orden Diptera son Tachinidae (4,34%), Lonchaeidae (2,9%), Tephritidae (0,32%) y Syrphidae (0,2%) para un total de

7,76%. Del orden Hymenoptera las familias halladas son Braconidae (1,89%), Ichneumonidae (0,12%) y Diapriidae (0,36%), sumando 2,37% y del orden Coleoptera un 0,16% correspondiente a la familia Curculionidae, sumando el transecto 2 un total de 10,30%.

El transecto 3 las familias del orden Diptera son Tachinidae (4,42%), Lonchaeidae (3,06%), Tephritidae (1,13%) y Syrphidae (0,08%) para un total de 8,69%. Del orden Hymenoptera las familias halladas son Braconidae (1,85%), Ichneumonidae (1,17%) y Diapriidae (0,04%), sumando 3,06%, siendo el total para el transecto 3 de 11,75%.

El transecto 4 las familias del orden Diptera son Tachinidae (36,48%), Lonchaeidae (5,03%), Tephritidae (2,78%) y Syrphidae (0,28%) para un total de 44,57%. Del orden Hymenoptera las familias halladas son Braconidae (6,36%), Ichneumonidae (1,73%), Diapriidae (0,2%), y Megaspilidae (0,04%), sumando 8,33% y el orden Coleoptera un 0,16% correspondiente a la familia Chrysomelidae, sumando el transecto 4 un total de 53,06%.

El transecto 5 las familias del orden Diptera son Tachinidae (4,47%), Lonchaeidae (1,73%), Tephritidae (0,88%) y Syrphidae (0,2%) para un total de 7,28%. Del orden Hymenoptera las familias halladas son Braconidae (3,14%), Ichneumonidae (1,37%), Diapriidae (0,28%), y Megaspilidae (0,08%), sumando 4,87%, siendo el total para el transecto 3 de 12,15%.

De acuerdo a los porcentajes anteriores es evidente que en el transecto 4 existe mayor presencia de Diptera e Hymenoptera, mientras que el orden Coleoptera presentó el mismo porcentaje en los transectos 2 y 4.

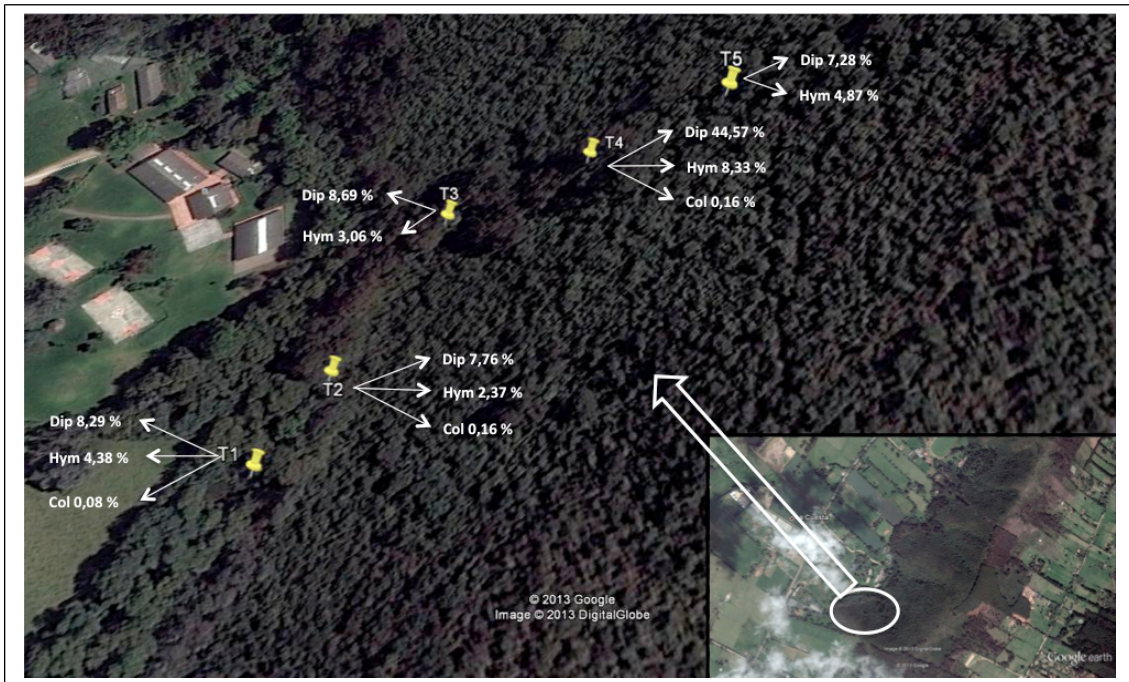


Figura 25. Porcentajes por transecto de órdenes de familias consideradas de importancia agroecológica.

- **Comparación de la distribución espacial entre el fragmento de bosque y el cultivo agroecológico de curuba**

En el cultivo las familias del orden Diptera son Tachinidae (3,65%), Lonchaeidae (1,8%) y Syrphidae (0,62%), para un total de 6,07%. Del orden Hymenoptera las familias halladas son Braconidae (1,46%), Ichneumonidae (1,27%), Megaspilidae (0,59%), Halictidae (0,46%), Apidae (0,22%) y Diapriidae (0,15%), sumando 4,15%. Del orden Coleoptera un 0,4% en donde las familias son Chrysomelidae (0,12%) y Curculionidae (0,28%). Del orden Hemiptera un 11,89% correspondiente a la familia Cicadellidae y el orden Lepidoptera con un 0,53% de la familia Nymphalidae, siendo el total para el cultivo de 23,04%.

En el fragmento de bosque alto andino las familias del orden Diptera son Tachinidae (41,98%), Lonchaeidae (11,98%), Tephritidae (4,09%) y Syrphidae (0,9%), para un total de 58,95%. Del orden Hymenoptera las familias halladas son Braconidae (12,72%), Ichneumonidae (4,09%), Diapriidae (0,8%) y Megaspilidae (0,09%), sumando 17,71% y el orden Coleoptera un 0,3% en donde las familias son Chrysomelidae (0,15%) y Curculionidae (0,15%), sumando un total de 76,96%.

Según los porcentajes anteriores, es evidente que el bosque alberga mayor cantidad de especies de artrópodos, siendo la mayoría de familias de importancia en la agricultura. Afirmando lo que Atieri y Nicholls (2000) mencionan “Los polinizadores, los enemigos naturales, las lombrices de tierra y

los microorganismos del suelo, son componentes claves de éste ecosistema y juegan papeles ecológicos importantes, al mediar procesos como control natural, reciclaje de nutrientes, descomposición, entre otros". Por otro lado, Gamboa y Criollo (2011), aseguran que los árboles son de importancia en los agroecosistemas como fuente de biodiversidad al brindar refugio y alimento a innumerables especies de la fauna silvestre y artrópodos, propiciando así la conservación y expansión de la flora local a través de la polinización y diseminación de sus semillas.

En el fragmento de bosque los artrópodos anteriormente mencionados corresponden a los órdenes que presentaron mayor número de capturas, por lo tanto conservar y mantener su hábitat natural es primordial en el proceso natural de manejo de plagas en los agroecosistemas circundantes. Para este caso, el cultivo de curuba necesita diversificación en la vegetación y proteger las áreas de ecosistema de bosque circundante para que la dinámica poblacional de los herbívoros, sus enemigos naturales asociados y los polinizadores no se vea interrumpida.

En la distribución espacial en donde se compararon los dos hábitats de estudio, el cultivo agroecológico de curuba presentó un 23,04% de especímenes capturados, mientras que el fragmento de bosque presentó un 76,96%, confirmando lo expresado por Altieri y Letourneau (1982), ya que estos autores ofrecen varias hipótesis para sustentar que los sistemas diversificados estimulan una mayor biodiversidad de artrópodos, en donde los sistemas de cultivos complejos albergan más especies que los hábitats agrícolas simplificados. Aparentemente, la diversidad de especies y la diversidad estructural de plantas son importantes para determinar la diversidad de insectos en los agroecosistemas.

La importancia de realizar arreglos espacio temporales de cultivos, la intensidad de manejo, diversificación de sistemas productivos, mantener una diversidad de especies vegetales dentro y alrededor estos, corredores biológicos o reservorios forestales, se ve reflejada en la diversidad de insectos dentro del agroecosistema y a los servicios prestados por éstos. Lo anterior mantiene un equilibrio ecológico dentro de los agroecosistemas ya que se les brindan espacios alternos a los parasitoides y depredadores como condiciones microclimáticas, disponibilidad de alimentos (agua, polen, presas, etc.), recursos del hábitat (sitios de reproducción, refugio, etc.), competencia interespecífica y presencia de otros organismos (hiperparasitoides, depredadores, humanos). (Van Den Bosch y Telford 1964).

5.4. Transferencia de los resultados de la investigación a productores, comunidad académica y profesional.

5.4.1. Jornada de socialización

El día 4 de Mayo del año en curso se realizó una jornada de socialización de resultados con estudiantes de la Corporación Universitaria Minuto de Dios y habitantes de la comunidad de la vereda Puente Piedra (Madrid, Cundinamarca) (Anexo 3), la cual se llevó a cabo en la Granja Vivero Coraflor entre 9 am a 1 pm. Se realizó una visita al sistema productivo y una descripción general del fragmento de bosque en el cual se adelantó la investigación (Figura 26). A los participantes de esta jornada se les entregó un folleto con la información general de los resultados de la investigación (Anexo 4).

Además este proyecto será socializado en la versión No. 40 del congreso de la Sociedad Colombiana De Entomología (SOCOLEN), que se realizará entre el 10 y 12 de Julio de 2013 en Bogotá D.C. y en el cuarto congreso Latinoamericano de Agroecología que se realizará entre el 9 y el 14 de Septiembre de 2013 en Lima (Perú), organizado por la Sociedad Científica Latinoamericana De Agroecología (SOCLA) (Anexo 5).



Figura 26. Jornada de socialización de resultados en la granja Coraflor.

6. CONCLUSIONES

Se recuperaron individuos pertenecientes a la familia Braconidae en el fragmento de bosque y el cultivo de curuba, cuya importancia radica en que son parasitoides de larvas y pupas de varias especies de moscas de la fruta como *Dasiops* (Lonchaeidae), especie reportada como plaga del cultivo de Curuba y que se halló en cultivo y bosque.

Se recuperaron polinizadores de la familia Apidae en cultivo, incluso en épocas en que la curuba no se encontraba en floración, esto indicó que aprovechan los recursos de otras plantas cultivadas o arvenses de flor. En el bosque no se capturaron en ninguno de los métodos de trapeo, pero si se observaron en el hábitat.

El fragmento de bosque alto andino fue el que presentó mayor riqueza de familias con un total de 24 de las 30 recuperadas en el estudio. En el cultivo se recuperaron 21, con mayor abundancia de especímenes respecto al fragmento de bosque. Las familias Apidae, Halictidae, Cicadellidae y Nymphalidae fueron reportadas en el cultivo y no en el fragmento de bosque, esto se debe a que no fueron capturadas por ninguno de los métodos de muestreo empleados, a pesar de que se observaron sobrevolando en éste hábitat.

Las familias Braconidae (Enemigo natural) y Tachinidae (Polinizador) se encontraron tanto en el fragmento de bosque como en el cultivo. En el primer hábitat se recuperó una mayor cantidad de individuos en el primer transecto (borde del bosque), lo que puede estar relacionado con el desplazamiento de estas especies entre los dos hábitats.

El orden Diptera presentó el mayor número de individuos capturados en todas las familias registradas, incluyendo aquellas categorizadas como plagas, enemigos naturales y polinizadores en los dos hábitats estudiados. Lo anterior indicó que el bosque actuó como un reservorio de dichas familias y proporcionó a los sistemas productivos aledaños mayor actividad de polinización, depredación y parasitoidismo.

7. RECOMENDACIONES

- Determinar la dinámica de poblaciones de parasitoides de plagas agrícolas entre bosques naturales y cultivos.
- Determinar el efecto de la distancia entre los bosques y los cultivos en el desplazamiento de plagas, enemigos naturales y polinizadores.
- Determinar la presencia o ausencia de plagas de cultivos específicos en bosques naturales cuando los cultivos aledaños no están presentes.
- Determinar la incidencia de los factores climáticos en el desplazamiento de entomofauna entre un hábitat bosque y un hábitat cultivo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agronet, 2008. Estadísticas agronómicas/fruticultura [on line]. URL: <http://www.agronet.com>.

Albek, M., U. B. Ogutveren, & E. Albek. 2004. Hydrological modeling of Seydi Suyu watershed (Turkey) with HSPF. *Journal of Hydrology* 285: 260–271.

Altieri, M.A. 1984. Patterns of insect diversity in monocultures and polycultures of brussels sprouts. *Protection Ecology* 6: 227-232.

Altieri, MA. 1991. Traditional farming in Latin America. *The Ecologist* 21: 93-96.

Altieri, MA. 1991. Increasing biodiversity to improve insect pest management in agroecosystems. En *Biodiversity of Microorganisms and Invertebrates: Its Role in Sustainable Agriculture*, ed. DL Hawksworth, pp. 165-82. Wallingford, UK: CAB Int. 302 pp.

Altieri, MA. 1992. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. *Agroecología y Desarrollo*.

Altieri, MA. 1994. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. Haworth Press, N.Y. 185p.

Altieri, MA. 1995. *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press, Boulder.

Altieri MA 1997., *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. Pág. 66.

Altieri, MA; Letourneau, DK. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection* 1: 405-430.

Altieri, MA; Letourneau, DK. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences* 2: 131-169.

Altieri M. & Nicholls C. 2000. *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México D.F.

Altieri MA. & Nicholls C. 2007. *Diversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*, Pág. 34, 37.

Altieri, M. & V.M. Toledo. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies* Vol. 38, No. 3, July 2011, 587–612. Traducción de Pablo Alarcón-Chaires revisada por los autores.

Amat, G. & O. Vargas. 1991. Caracterización de microhábitats de la artropofauna en páramos del Parque Nacional Natural Chingaza, Cundinamarca, Colombia. *Caldas*.

Anaya, R. S. 1987. Crisomelinos del Valle de México. Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados Chapingo México 236 p.

Andow, D.A. 1991. Vegetational diversity and artropod population response: Annual review of Entomology, 36: 561-586.

Andrade, M. G. & G. Amat. 2000. Guia preliminar de insectos de Santafé de Bogotá y sus alrededores. Departamento Técnico Administrativo Medio Ambiente. Alcaldia Mayor de Santafé de Bogotá.

Arnett, R. H. 1968. The beetles of the United States. A Manual for Identification. Ann. Arbor. Mich, The American Entomological Institute, U.S.A. 1112 pp.

Askew, R. R. y Shaw, M. R. 1986. Parasitoid communities: their size, structure and development, pp. 225-264, en: Waage J. Y D. Greathead (eds.). *Insect parasitoids*. Academic Press, London.

Aubad, J.; Aragón, P.; Olalla-Tárraga, M. y Rodríguez, M. A. 2008. Illegal logging, landscape structure and the variation of tree species richness across North Andean forest remnants. *Forest Ecology and Management*. 255: 1892-1899.

Avila-Foucat, V.S. 2007. Los modelos de economía ecológica: una herramienta metodológica para el estudio de los servicios ambientales. *Gaceta ecológica* 84-85: 85_91.

Badii, M.H., Cerna E. & Landeros J. 2010. Enemigos naturales: Nociones etológicas. *Internactional journal of Good Conscience*. Spenta University Mexico.

Balvanera P. & Cotler H. 2007. Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas. *Gaceta Ecológica*, Julio-Diciembre, número especial 84-85, Pág. 118-119.

Barranco, P. 2003. Dípteros de interés agronómico. Agromícidos plaga de cultivos hortícolas intensivos. Universidad de Almería.

Basso C. y Grille G. 2009. Relaciones entre organismos en los sistemas hospederos – parasitoides – simbiontes. Facultad de agronomía de la Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

Botto, E., 2002. Selección de enemigos naturales para su empleo en el control biológico aplicado. *Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica, IMYZA-CICA, INTA, C.C. 25(1712), Castelar Argentina*.

Bustamante, R. y A. Grez. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ciencia. Referencias bibliográficas* 112. Biodiversidad y actividad humana: relaciones en ecosistemas de bosque sub andino en Colombia, 11(2): 58-63.

Büchs, W., Harenberg, A., Zimmermann, J & Birgit, Weiß. 2003. Biodiversity, the ultimate agri-environmental indicator? Potential and limits for the application of faunistic elements as gradual indicators in agroecosystems. *Agric. Ecosystems & Environment* 98:99.

Caicedo, G. y Gonzales V. 1997. La curuba de castilla. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Notas divulgativas. Bogotá – Colombia pp. 25

Campos, T, 2001. La curuba: su cultivo. Instituto latinoamericano de cooperación para la agricultura (IICA). Editora Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia, pág. 87.

Carrejo, N & González, R. 1992. Introducción al conocimiento de los Díptera. Universidad del Valle. Colombia.

Carrera Begoña y Kucharz Tom, 2006. La insostenibilidad de los monocultivos agroindustriales, como la palma de aceite.

Carrizosa J. y Hernández J., 1990. Selva y futuro. Editorial el Sello. Colombia, pág. 213.

Castro A., Sepúlveda A., Vallejo C., Korytkowski C., Ebratt E., Brochero H., Gómez H., Salamanca J., Santamaría M., Cubides M., González M., Martínez O., Parada S., Flores Z. 2012. Moscas de género *Dasiops* Rondani 1856 (Diptera: Lonchaeidae) en cultivos de pasifloras.

Castro, A., E. Ebratt., y H. Brochero. 2012. *Dasiops* Rondani (Díptera: Lonchaeidae) asociadas a pasifloras cultivadas en Colombia. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias énfasis Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá.

Clausen, C. P. 1940. *Entomophagous insects*. McGraw Hill, New York.

Cleer, A M, 1983. Fitogeografía y composición de la flora vascular de los páramos de la cordillera oriental Colombiana (Estudio comparativo con otras altas montañas del trópico). *Revista de la academia Colombiana de Ciencias Exactas, Física y Naturales*, Bogotá.

Comisión Europea, 2009. Bienes y servicios ecosistémicos.

CONPES, 2008. Política nacional fitosanitaria y de inocuidad para las cadenas de frutas y de otros vegetales. Ministerio de agricultura y desarrollo rural.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 2005. Tecnología para el cultivo de la curuba. Manual técnico 6. Rionegro, Antioquia. Colombia.

Cortés, A., C. Chamorro & A. vega, 1990. Cambio en el suelo por la implantación de praderas, coníferas y eucaliptos en un área aledaña al Embalse del Neusa (Páramo de Guerrero, Cundinamarca, Colombia.). IGAC, Investigaciones 2: 100-114.

Costa, C.; S. A. Vanin e S. A. Casari-Chen. 1988. Larvas de Coleoptera do Brasil. Museu de Zoologia Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Costanza, R., R. D'Arge, R. S. De Groot, S. Faber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin y P. Sutton. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

Coto, D; Saunders, JL. 2004. Insectos plagas de cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central. Universidad Earth y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Daily, G. C. (ed.). 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C.

DeBach, P. 1964. Biological control of insect pests and weeds. Reinhold, N.Y. 844 p.

DeBach, P. 1977. Lucha biológica contra los enemigos de las plantas. Mundi-Prensa, Madrid.

De Groot, R., M. A. Wilson y R.M.J. Bowmans. 2002. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408.

De la cruz Abarca Cesar, 2005. Una propuesta para el aprovechamiento de los servicios del agrosistema: propuesta para el manejo agroecológico de plagas. Leisa, revista de agroecología. Biblioteca nacional del Perú volumen 20. Pág. 4.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE. 2011. Resultados encuesta nacional agropecuaria ENA.

Dietterick, B. C., J. A. Lynch, & E. S. Corbett. 1999. A calibration procedure using TOPMODEL to determine suitability for evaluating potential climate change effects on water yield. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 35(2): 457-468.

Eggleton, P. y R. Belshaw. 1992. Insects parasitoids: An evolutionary overview. *Proceedings of the Royal Society of London B* 337: 1-20.

Engel, M. 2000. Classification of the bee tribe Augochlorini (Hymenoptera: Halictidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 250: 1-1992.

Etter, A. y Villa, A. 2000. Andean forests and farming systems in part of the Eastern Cordillera (Colombia). *Mountain Research and Development* 20(3): 236-245.

FAO 2010. Global forest resources assessment 2010 Food and Agriculture Organization of the United Nations

FAO 2012. La biodiversidad y la agricultura orgánica, un ejemplo del uso sostenible de la biodiversidad.

Feeny, P. 1975. Biochemical coevolution between plant and their insect herbivores. En Gilbert & Raben (eds.), *Coevolution of Animals and Plants*, University of Texas Press, EUA, pp 3-15.

Fernández, F. & Sharkey, M (eds.). 2006. *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Forman R.T.T. y M. Gordon, 1986. *Landscape Ecology*. New York. John Wiley and Sons.

Francis C.A. 1986. Multiple cropping systems. MacMillan, Nueva York.
Fundases, s.f., Recuperado el 13 de Septiembre de 2012, de <http://www.fundases.com/home.php?c=23>

Gálmez V. y Kómetter R. 2005. Perspectivas y posibilidades de REDD+ Bosques Andinos. Serie Investigación y Sistematización # 11. Programa Regional ECOBONA - INTERCOOPERATION. Lima, Perú.

Gamboa, L. & Criollo, M. 2011. Forestería análoga y su rol en la recuperación de ecosistemas y el cambio climático. *Leisa, revista de agroecología*. Biblioteca nacional del Perú volumen 27, No 2. Pág. 8.

Garitaceleya Saldise, Natividad Gómez Corral, Martín López y Avilés Rodríguez, 2012. Teoría y práctica del transecto como método de inventario para el sabinar (*Juniperus thurifera*).

Gauld, I. D. 1987. Some factors affecting the composition of tropical ichneumonid faunas. *Biological Journal of the Linnean Society* 30:299-312.

Gauld, I. y Bolton, B. 1988. *The Hymenoptera*. British Museum (Natural History), Oxford University Press, Oxford.

Gauld, I. D. y Ward, S. 2000. The subfamily Brachycyrtinae, pp. 13-34, en: The Ichneumonidae of Costa Rica, 3. Memoirs of the American Entomological Institute 63:1-453.

Gerling, D. 1990. Natural Enemies of Whiteflies: predators and parasitoids. Chapter 7, pp.147-185.in: Gerling D. (Ed.) Whiteflies: their Bionomics, Pest status and Management, 348pp. Intercept. Andover, UK.

Giraldo C., Reyes L.K., Molina J. 2011. Manejo integrado de artrópodos y pasábitos en sistemas silvopastoriles intensivos. Manul 2, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCIÓN, TNC. Bogotá, Colombia. 51 p.

Gliessman, S. R. 1999. Agroecology: ecological processes in agriculture. Ann Arbor Press, Michigan.

Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible, Turrialba.

Gobat J. M., Arango M., Matthey W., 1998. Le sol vivant. Base de pédologie Biologie des sols. Collection Gérer L'Environnement. Presses Polytechniques et universitaires Romandes. Lausanne. 519 pp.

Godfray, H. C. J. 1994. Parasitoides. Behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

Godoy, C. 2006. Familia Cicadellidae (en línea). Heredia, CR. Consultado 02 de Mayo de 2013. Disponible en <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Texto104.html>

González, R. 2010. Revisión sistemática del género Halictillus (Hymenoptera: Halictidae: Augochlorini) en la Argentina.

Grille, G. 2002. Principales grupos de parasitoides y predadores. Departamento de protección vegetal, Facultad de Agronomía, 12900, Uruguay.

Gutierrez C., 2003. Composición de estafilínidos (Coleoptera: *Staphylinidae*) asociados a hojarascas en tres localidades de la cordillera oriental, Colombia. Boletín del museo entomológico de la Universidad del Valle.

Gutierrez, C. Carrejo, N. Ruíz, C. 2005. Listado de los géneros de Syrphidae (Diptera: Syrphoidea). Grupo de investigaciones entomológicas de la Universidad el Valle. Cali Colombia.

Haviland, M. D. 1920. On the bionomics and development of *Lygocerus testaceimanus*. Kieffer, and *Lygocerus cameroni*, Kieffer (Proctotrupeoidea-Ceraphronidae), parasites of *Aphidius* (Braconidae). *Quarterly Journal of*

Microscopical Science 65:101-127.

Hernández – Ortiz, V. 2003. Familia Tephritidae: Clasificación actual, relaciones filogenéticas y distribución de taxa americanos. En: XV Curso Internacional sobre moscas de la fruta. Memorias. Metapa de Domínguez, Chiapas, México. p.p 11-23.

Hernández, C. J., G. A. Hurtado, Q. R. Ortiz & Walschburger. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. En: Acta Zoológica Mexicana La Diversidad Biológica de Iberoamérica. CYTED-D. México.

Huaranca, J.C.; Ruiz, O.; Fernández, M. 2006. Folivoría en Fragmentos de Bosque de *Polylepis besseri* en Sacha Loma, Cochabamba, Bolivia. II Congreso de Ecología y Conservación de Bosques de *Polylepis*—Cusco, Perú.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 2010. Plan nacional de detección, control y erradicación de moscas de la fruta (PNMF)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. 1999. Caracterización Ambiental del Macizo Colombiano. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Medio Ambiente -IDEAM. 2002. Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en Condición HotSpot y Global Climatic.

Jaramillo, E. 1993. Entomofauna causante de problemas en la curuba (*P. mollissima* H.B.K. Bailey) en el Gran Caldas. Agricultura tropical – Frutales. Colombia pp. 90

Kageyama, P.Y. 2008. La biodiversidad como herramienta en la construcción de agroecosistemas. Actas del Congreso de Botánica. Sao Paulo. Brasil.

Kamal, M. 1939. Biological studies on some hymenopterous parasites of aphidophagous Syrphidae. *Technical Science Bulletin, Ministry of Agriculture, Egypt* 207:1-111.

Kato, M. 1994. Structure, organization and response of a species rich parasitoid community to host leafminer population dynamics. *Oecologia* 97:17-25.

Kevan, P.G. & Baker, H.G. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. *Annual Review of Entomology* 28:407-445.

Korytkowski, C. A. 2003. Manual de identificación de moscas de la fruta. Parte I: Generalidades sobre clasificación y evolución de Acalypttratae, Familias: Neriidae, Ropalomeridae, Lonchaeidae, Richardiidae, Otitidae y Tephritidae. Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Posgrado. Programa

de Maestría en Entomología. P. 43-46.

Kruess, A. y T. Tscharntke, 1994. *Habitat fragmentation, species loss, and biological control* *Science*, 264: 1591-1584.

Kumar, P., D. Manjunath, K. S. Prasad, R. Kishore, V. Kumar y R. K. Datta. 1993. *Integrated management of the uzi fly, Exorista bombycius (Louis) (Diptera: Tachinidae), a parasitoid of the silkworm, bombyx mori L. Interational Journal of the Pest Managenent*, 39: 445.448.

LaSalle J., Gauld, I. 1991. Hymenoptera and Biodiversity crisis *Redia* 74,315.

Legesse, D., C. Vallet-Coulomb, & F. Gasse. 2003. Hydrological response of a catchment to climate and land use changes in Tropical Africa: case study South Central Ethiopia. *Journal of Hydrology* 275(1-2): 67-85.

Leyva P.1998. El medio ambiente en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Lewis, C. N. y Whitfield, J. B. 1999. Braconid wasp (Hymenoptera: Braconidae) diversity in forest plots under different silvicultural methods. *Environmental Entomology* 28:986-997.

López-Ávila, A. 1986. Natural enemies. Chapter 4, pp. 27-36 in: Cock, M.J.W. (Ed). *Bemisia tabaci. a literature Survey on the cotton whitefly with an annotated bibliography*. 121 pp. CAB International institute of Biological Control, Ascot, UK.

López-Ávila, A. 1988. A comparative study of four species of Encarsia (Hymenoptera: Aphelinidae) as potential control agents for Bemisia tabaci (Gennadius) (Homóptera: Aleyrodidae). Unpublished Ph.D. Thesis. University of London, 1-302.

López-Ávila, A.; Cardona M., C.; García G., J.; Rendón, F.; Hernández, P. 2001. Reconocimiento e identificación de enemigos naturales de las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología (Colombia)* v. 27 no. 3-4 p. 137-141.

Martín-López B., Gómez-Baggethun., Montes C. 2009. Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante.

Masa Iwanaga & Dave Watson., Producción de alimentos y biodiversidad, 2003. Documento presentado en la Cumbre de Acción de México, Ciudad de México, Pág. 3.

Matthews, R.W. 1974. Biology of Braconidae. *Annual Review of Entomology* 19: 15-32.

Mauser, W., & H. Bach. 2009. PROMET - Large scale distributed hydrological modelling to study the impact of climate change on the water flows of mountain watersheds. *Journal of Hydrology* 376(3-4): 362-377.

MA - Millennium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. World Resources Institute, Island Press, Washington, DC.

MMA-Ministerio del Medio Ambiente, CAR-Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, IDEAM-Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales & CI-Conservación Internacional Colombia. (2002). Congreso mundial de páramos. Memorias Tomo I congreso mundial de páramos.

MMA-Ministerio del Medio Ambiente, DNP-Departamento de Planeación Nacional e IAvH-Instituto Humboldt. 1995. Política Nacional de Biodiversidad, Bogotá D. C., Colombia

Mcneely, J. A., K. R. Miller, W. V Reid, R. A. Mittermeier, y T. B. Werner. 1990. *Conserving the world's biological diversity*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. WRI, Conserv. Intl., World Wildlife Fund, World Bank, Washington, DC.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2011. Proyecto de ley general de desarrollo rural.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, Asociación Hortofrutícola de Colombia y Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca, 2006. Diagnóstico y análisis de los recursos para la fruticultura en Colombia, Cali.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobernación de Cundinamarca, Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola, Asociación Hortofrutícola de Colombia y Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca, 2006. Desarrollo de la fruticultura en Cundinamarca, Bogotá.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Observatorio Agrocadenas de Colombia, 2005. La cadena de los frutales de exportación en Colombia, Una mirada global de su estructura y dinámica. Documento de trabajo No. 67. Bogotá, Colombia

Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, 1996. Política de Bosques, documento CONPES No. 2834.

Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible -MADS, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales -UAESPNN. 2010. Informe general santuario de fauna y flora Iguaque para guardaparques voluntarios.

Mac Lean J. C., 2000. *Transectos*, Plural editores, pág. 11.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. World Resources Institute., Washington, D.C.

Meynard, C. N., A. Laura, M. Pino, M. Soto, L. Nahuelhual, D. Núñez, C. Echeverría, C. Jara, C. Oyarzún, M. Jiménez y F. Morey. 2007. Integrando ciencia, economía y sociedad: servicios ecosistémicos en la ecoregión de los bosques lluviosos valdivianos. *Gaceta Ecológica 84-85*: 29-38.

Miranda, D., G. Fischer., C. Carranza., S. Magnitskiy., F., Casierra, W. Piedrahíta., W., L. Flórez. 2009. Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.

Mora, O & H. Sturm 1994. Estudios Ecológicos del Páramo y del Bosque Alto Andino, Cordillera Oriental de Colombia.

Moratto Claudia, Martinez Luis, Valencia Hernando y Sánchez Jimena. 2005. Efecto del uso del suelo sobre hongos solubilizadores de fosfato y bacterias diazotróficas en el páramo de Guerrero (Cundinamarca). Universidad Nacional de Colombia. Revista agronomía colombiana, versión 23 No. 2, Bogotá Jul/Dic de 2005.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Primera edición. M&T- Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. 84 pp.

Nájera, M. y Souza, B. 2010. Insectos benéficos. Guía para su identificación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Uruapan, Michoacán. México.

National Research Council NRC. 1999. Perspectives on biodiversity: valuing its role in an everchanging world. Washington,DC: National Academy Press. 129 p.

Newton, A.F., 1990. Insecta: Coleoptera Staphylinidae adults and larvae: 1138-174 (en) DINDAL, D.L. (ed.) Soil Biology Guide. J Wiley and Sons.

Nicholls Clara, 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Editorial Universidad de Antioquia.

Nishida, T. 1958. Pollination of the passion fruit in Hawaii. Journal of Economic Entomology 51: 146-149.

Norris, RF. y Kogan, M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. Annual review of entomology 50:479-503.

Núñez, E. 1991. Bases para el desarrollo del control integrado de los pulgones (Hom., Aphididae) de los cultivos de la provincia de León. Tesis doctoral.

Universidad de León. Departamento de Biología Animal.

Observatorio de agentes polinizadores (APOLO), 2010. Polinizadores y biodiversidad. Asociación española de entomología, proyecto financiado por la Fundación biodiversidad, en su convocatoria 2010.

Ocampo J, Geo C, Restrepo M, Jarvis A, Salazar M, Caetano C. 2007. Diversity of Colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. *Biota Colombiana*. 8(1): 1-45.

Ocampo J, d'Eeckenbrugge C, Jarvis A. 2010. Distribution of the Genus *Passiflora* L. Diversity in Colombia and Its Potential as an Indicator for Biodiversity Management in the Coffee Growing Zone. *Journal diversity*.

Ortiz Ximena, Acebedo Ximena y Martínez Héctor. 2002. Características y estructura de los frutales de exportación en Colombia. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Observatorio de agrocadenas de Colombia.

Osorio J. 2006. Actualidad y perspectivas de la fruticultura colombiana. Soluciones tecnológicas para el agro colombiano. CORPOICA.

Osorio, G. (2007). Manual: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM-en la Producción de Caña y Panela. FAO, Gobernación de Antioquia, MANA, CORPOICA.

Pacheco, J., Blanco, J., y Arena, G. 1988. Propagacion y mejoramiento de frutales de hoja caduca. Fondo Colombiano de Investigacion y proyectos especiales "Francisco Jose de Caldas". Colciencias. Tunja – Boyacá pp. 280.

Paré, P. & J. Tumlinson. (1999). Plant volatiles as a defense against insect herbivores. *Plant Physiology*, October, 121: 325–331.

Parques Nacionales Naturales-PNN. 2012. Bosque Andino o niebla.

Peña J.E. 2003. Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan la miel al panal. Foro manejo integrado de plagas y agroecosistemas. Costa Rica.

Pérez Mario, 2006. Comercio internacional y medio ambiente en Colombia. Tesis doctoral en ciencias ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona, Pág. 83.

Pérez Torres Jairo & Ahumada Jorge, murciélagos en bosques alto-andinos, fragmentados y continuos, en el sector occidental de la sabana de Bogotá (Colombia), *Universitas Scientiarum*, Revista de la Facultad de Ciencias, pontificia universidad Javeriana.

Perrin, R. M. 1980. The role of environmental diversity in crop protection. *Protection Ecology* 2: 77-114.

Peter M. Rosset. 1997, La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico, Tomado de: agroecología y desarrollo Revista de CLADES Numero Especial 11/12, Pág. 11.

Pigiola S., Bishop J. y Landrell-Mils N., 2002. La venta de servicios ambientales forestales. Instituto nacional de ecología de México. Comisión nacional forestal. Pág. 45.

Polaszek, A., Evans, G. A., Bennett F. D. 1992. Encarsia parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae) of Bemisia tabaci, (Homóptera: Aleyrodidae): a preliminary guide to identification. *Bulletin of entomological Research* 82, 375-392.

Quintero E. M., Lopez I. C., Kondo T., 2012. Manejo integrado de plagas como estrategia para el control de la mosca del botón floral del maracuyá *Dasiops inedulis* Steyskal (Diptera: *Lonchaeidae*), Manejo sanitario y epidemiología. *Revista Corpoica – ciencia y tecnología agropecuaria*.

Ramírez William, 2006. Hibridación interespecífica en passiflora (passifloraceae), mediante polinización manual, y características florales para la polinización. Facultad de ciencias agroalimentarias, Universidad de Costa Rica.

Rangel, O. & Aguilar, M. 1995. Una aproximación sobre la diversidad climática en las regiones naturales de Colombia. En: Rangel, O. (Ed.) Colombia, diversidad biótica I. Universidad Nacional de Colombia. Pág. 35.

Rangel, O. 2000. La región paramuna y franja aledaña en Colombia. En: Rangel, O. (Ed.) Colombia, diversidad biótica III. Universidad Nacional de Colombia. Pág. 8.

Reina Carlos E. 1995. Manejo postcosecha y evaluación de la calidad de la curuba (*Passiflora mollissima*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería. Programa de Ingeniería agrícola.

Retamal R.; Madrigal L.; Alpízar F. & Jimenez F. 2008. Metodología para valorar la oferta de servicios ecosistémicos asociados al agua de consumo humano, Copán Ruinas, Honduras. Pág. 6.

Riascos, Juan Carlos. S.f. Conservación de la biodiversidad de ecosistemas altoandinos del Macizo Colombiano: participación social en la conservación. Bogotá.

Richardson, D. M. & W, Bond. 1991. Determinants of plant distribution: Evidence from pine invasions. *The American Naturalist*, 137(5):639-668.

Rippstein Georges, Escobar Germán y Motta Francisco, 2001. Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los llanos orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Risch, S. J. 1983. Intercropping as a cultural pest control: prospects and limitations. *Environ. Management* 7: 9-14.

Robinson, G. R., R. D. Holt, M. S. Gaines, S. P. Hamburg, M. L. Johnson, H. S. Fitch y E. A. Martinko, 1992. *Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation*, *Science*, 257: 524-526.

Rodríguez, N., D. Armenteras, M.H.A. Rincón, M. Morales & S. Sua. 2004. Forest biodiversity indicators in the Colombian Andes. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.

Rogg Helmuth W. 2000. Manual de Manejo integrado de plagas de cultivos tropicales.

Romero Milton, Cabrera Ederesson y Ortíz Néstor, 2008. Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2006-2007. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt.

Root, R.B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-124.

Ruiz, D., H. A. Moreno, M. E. Gutiérrez, & P. A. Zapata. 2008. Changing climate and endangered high mountain ecosystems in Colombia. *Science of the Total Environment* 398(1-3): 122-132.

Ryszkowski, L., J. Karg, G. Mararit, M. G. Paoletti y R. Zlotin, 1993. *Above-ground insect biomass in agriculture landscape of Europe*. En: Bunce, R. G. H. L. Ryszkowski y M. G. Paoletti, eds., *landscape ecology and agroecosystems*, Boca Ratón: Lewis Publ., pp. 71-82.

Sala O., Chapin S., Armestro J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Humber-Sanwald E., Huenneke L., Jackson R., Kinzig A., Leemans R., Lodge D., Mooney H., Oesterheld M., Leroy Poff N., Sykes M., Walker B., Walker M., and Wall D. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100.

Salinas, H. 2010. Guía Técnica para el cultivo de "Maracuyá amarillo". Instituto de educación técnica profesional de roldanillo Valle.

Sanjurjo Rivera, E. y I. Islas Cortés. 2007. Retos y perspectivas de la valoración económica de los ecosistemas para la toma de decisiones. *Gaceta ecológica* 84-85: 93-105.

Santamaría M., Ebratt E., Brochero H. 2012. Parasitoides naturales de moscas *Dasiops* (Diptera: Lonchaeidae) en pasifloras cultivadas de Colombia. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias énfasis Entomología. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá.

Sarasola Mauro M, Rusch Verónica E, Schlichter Tomás M, Ghera Claudio M., 2006. Invasión de coníferas forestales en áreas de estepa y bosques de ciprés de la cordillera en la Región Andino Patagónica. *Ecología Austral* 16:143-156. Diciembre 2006 Asociación Argentina de Ecología.

Sarmiento, A., F. A. Galán, C. Mesa, E. Castaño, C. L. Delgado y F. Ariza. 2002. "Metodología de Índices Sintéticos de Estado de los Ecosistemas y Relación con Índices de Presión y Respuesta Antrópica".

Skalski, T. & Póspiech, N., 2006. Beetles community structures under different reclamation practices. *European Journal of Soil Biology*, 42: 316-S320.

Programa Nacional de Desarrollo Humano - Departamento Nacional de Planeación, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
(www.humboldt.org.co/chmcolombia/indicadores/Capitulo4/41_Amazonia/Inicio.htm.)

Saunders, J., Coto, D., King, A. 1998. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticias en América Central. San José, Costa Rica, CATIE. 305 p.

Sepúlveda, A. y E. Ebratt. 2008. Determinación de especies y hábitos alimenticios de *Dasiops* (Diptera: Lonchaeidae) presentes en algunas zonas de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Tolima. Universidad Incca de Colombia, facultad de ciencias básicas naturales, programa de biología, Bogotá.

Shaw, M.R. & Huddleston, T. 1991. Clasificación and biology of Braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae) *handbooks for the identification of British insects* 7(11):1-126.

Smithers. P. & N. Atkins. 2001. Altitudinal variation in páramo invertebrate communities on volcan Chiles, with particular reference to carabidae (Coleoptera). In: Ramsay. P. M. (ed). *The Ecology of Volcan Chilies: High-altitude ecosystems in de Ecuador Colombia border*. Pebble & Shell Publications.

Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas –SCCH. 2009. Cultivo, Poscosecha y Comercialización de las Pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, Granadilla, Gulupa, y Curuba. Bogotá, Colombia.

Southwood, T. R. E. y M. J. Way. 1970. Ecological background to pest management. En *Concepts of pest management*. R. L. Rabb and F. E. Guthrie, eds. North Carolina State University, Raleigh, NC.

Swift, M.J. y J.M. Anderson. 1993. Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems. En *Biodiversity and Ecosystem Function*. E.D. Scholze and H. Mooney (eds.) Primavera, Berlín, pp. 15-42.

Triplehorn, C., Johnson, N., & Borror, D. 2005. *Introduction to the study of insects*. 7th edition.

Umaña, M., 2005. Moscas de la fruta del género *Dasiops* (Diptera:Lonchaeidae) asociadas a la curuba y recomendaciones generales par su manejo agroecológico en la vereda Cañón, municipio de Sutamarchán – Boyacá. *Revista colombiana de entomología*.

Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, 2000. *Parques con la gente: Política de participación social en la conservación, selección de avances*.

Van den Bosch, R. y Telford, A. D. 1964. Environmental modification and biological control. En: DeBach, P. (ed.). *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Chapman and Hall, London, pp. 459-488.

Van Der Hammen s.f. *Diagnóstico, Cambio Global y Conservación*.

Vandermeer, J. 1989. *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Vandermeer, J. y I. Perefector. 1995. *Breakfast of biodiversity*. Food First Books, Oakland, California.

Vargas, J. M. 2007. Reconocimiento taxonómico de los cicadelinos del género *Soosiulus* (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae) en Colombia. Tesis de Mestría en Ciencias Agrarias. Universidad nacional de Colombia.

Velázquez, M., Rodríguez, S. & Gómez, Z. 2007. Estudio de poblaciones de Trichogrammatidae (Hymenoptera: *Chalcidoidea*) en un bosque de galería del estado Guárico, Venezuela. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros, Estado Guárico, Venezuela.

Vinson, S. B. 1985. The behavior of parasitoids, pp, 417-469, en: Kerkut, F. A. Y L. I. Gilbert (eds.). *Comprehensive insect physiology, biochemistry, and pharmacology* 9. Pergamon Press, New York.

Vockeroth J. R., F. C. Thompson. 1987. Syrphidae. Chapter 52 pp. 713-743 In: J. F. McAlpine, (ed.) *Manual of the Nearctic Diptera*, Vol. 2, Research Branch, Agriculture Canada monograph 28, Ottawa.

Whitfield, J. B. y Lewis, C. N. 2001. Analytical survey of the Braconid wasp fauna (Hymenoptera: Braconidae) on six midwestern U.S. tallgrass prairies. *Annals of the Entomological Society of America* 94(2):230-238.

Wunder, S., S. Wertz-Kanounnikoff y R. Moreno-Sánchez. 2007. Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad. *Gaceta ecológica* 84-85: 39-52.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados prueba estadística T Student comparación bosque – cultivo.

	Cultivo	Bosque
Media	55.92307692	190.8461538
Varianza	10761.24359	143361.3077
Observaciones	13	13
Coefficiente de correlación de Pearson	0.146923193	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	12	
Estadístico t	-1.288330301	
P(T<=t) una cola	0.110958937	
Valor crítico de t (una cola)	1.782287556	
P(T<=t) dos colas	0.221917874	
Valor crítico de t (dos colas)	2.17881283	

Anexo 2. Resultados prueba estadística T Student comparación transecto – transecto.

	T1	T2
Media	31.7	25.6
Varianza	1865.344444	1410.933333
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.959525808	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	1.510952583	
P(T<=t) una cola	0.082542827	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.165085654	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

	T1	T3
Media	31.7	131.9
Varianza	1865.344444	77329.21111
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.83527592	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-1.303048801	
P(T<=t) una cola	0.112453706	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.224907412	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

	T1	T4
Media	31.7	131.9
Varianza	1865.344444	77329.21111
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.83527592	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-1.303048801	
P(T<=t) una cola	0.112453706	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.224907412	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

	T1	T5
Media	31.7	30.2
Varianza	1865.344444	1427.955556
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.964396445	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	0.393392115	
P(T<=t) una cola	0.351593258	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.703186517	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

	T2	T3
Media	25.6	29.2
Varianza	1410.933333	1455.066667
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.959158467	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-1.050774583	
P(T<=t) una cola	0.160378418	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.320756835	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

	T2	T4
Media	25.6	131.9
Varianza	1410.933333	77329.21111
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.865629392	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-1.36488088	
P(T<=t) una cola	0.102717838	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.205435676	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

	T2	T5
Media	25.6	30.2
Varianza	1410.933333	1427.955556
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.891194103	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-0.82760946	
P(T<=t) una cola	0.21464475	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.429289501	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

	T3	T4
Media	29.2	131.9
Varianza	1455.066667	77329.21111
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.850772917	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-1.31780299	
P(T<=t) una cola	0.110062636	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.220125273	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

	T3	T5
Media	29.2	30.2
Varianza	1455.066667	1427.955556
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.914713319	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-0.20161946	
P(T<=t) una cola	0.422348803	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.844697607	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

	T4	T5
Media	131.9	30.2
Varianza	77329.21111	1427.955556
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0.862755317	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	1.306154766	
P(T<=t) una cola	0.111946764	
Valor crítico de t (una cola)	1.833112933	
P(T<=t) dos colas	0.223893528	
Valor crítico de t (dos colas)	2.262157163	

Anexo 3. Lista de asistentes socialización de resultados.

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA AGROECOLÓGICA

PEC - RED ECOLÓGICA

REGISTRO DE ASISTENCIA EVENTOS



Nombre del evento:

FECHA 04/05/2013.

NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO
Jessica Lorena Vaca U.	Uniminuto	jassi2454@hotmail.com
Diana Carolina Castillo G.	Uniminuto	d.d._2439@hotmail.es
Dayra Daza Rey	Uniminuto	dayradaza14@hotmail.com
Sandra Ibañez A.	Uniminuto	sandraciba29@gmail.com
Angie Lorena Carvajal L	Uniminuto	angielcarvajal8@gmail.com
David Naosa	uniminuto	davidnaosa@hotmail.com
Angel Coronel	Uniminuto	ingedeuardo@hotmail.es
Lorena Ramirez	Uniminuto	lramirez64@gmail.com
Sergio Garcia	Uniminuto	andres-19-91@hotmail.com
Luis Ballesteros	Uniminuto	ludabati@hotmail.com
Diana Paola Polido	uniminuto	dpolido02@hotmail.com
DAVID BARBOSA	UNIMINUTO	d4barbosa44@hotmail.com
Heiner Acosta Promas	Uniminuto	heiner-acosta@hotmail.com
Karen Alejandra Beltran	uniminuto	Kabb-1013@hotmail.com
Juliana B. Saavedra	Uniminuto	f.u.y154@hotmail.com
LINA MARÍA ACUÑA	UNIMINUTO	Lacuarey@uniminuto-ecol.com

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA - INGENIERÍA AGROECOLÓGICA

PEC - RED ECOLÓGICA



REGISTRO DE ASISTENCIA EVENTOS

Nombre del evento:

FECHA 04-05-13

NOMBRE	INSTITUCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO
Rosa Maria Cordero	Universidad Minuto de Dios	romarcca.0103@hotmail.com
Diego Alejandro Jiménez	Uniminuto	djimenez23@uniminuto.edu
Angel Bermudez	Productor	8001001 / 3125394753
Carolina Fongue	uniminuto	carolinafongue@hotmail.com
Flimer Acosta Romero	Uniminuto	flimer-acosta@hotmail.com
Andrea K Melo Cortes	uniminuto	andreaka-katylafak@hotmail.com
Katherine Fongue H.	Productora	Katherinefongue@hotmail.com
Wilmar 2.92	administrador	
Carlos Núñez	Uniminuto	gbicun@hotmail.es
Indira Valleja	Uniminuto	Indira@Hotmail.com

Anexo 4. Folleto información general de resultados de la investigación entregado a los participantes de la jornada de socialización.



RED ECOLÓGICA

Macro proyecto enmarcado dentro de la línea de investigación "Protección ecológica de cul-

1. Familias plaga potenciales

Orden Diptera, familia Tephritidae (mosca de la fruta).



Orden Hemiptera, familia Cicadellidae (Lorito verde de los pastos)



Orden Lepidoptera, familia Nymphalidae (comedor de follaje)



Orden coleoptera, familia Curculionidae (Picudo)



Insectos asociados entre un cultivo agroecológico de curuba (*Passiflora tripartita* var. *Mollissima*) y un fragmento de bosque

2. Familias enemigos naturales

Orden Diptera, familia Syrphidae



Orden Hymenoptera, familia Braconidae (Parasitoide)



3. Familias polinizadoras

Orden Hymenoptera, familias Apidae



Orden Diptera, Familia Tachinidae



Fotografías corresponden en su totalidad a los autores de la investigación

1. 30 familias taxonómicas identificadas en los dos hábitats, de las cuales 14 se clasificaron como de importancia agroecológica por el rol ecológico que desempeñan en cada uno de los hábitats .

1. De las 14 familias de importancia agroecológica, 10 se encontraron en común en los dos hábitats. Siendo éstas tanto polinizadoras, plaga o enemigos naturales (Lonchaeidae, Tephritidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Braconidae, Ichneumonidae, Diapriidae, Megaspilidae, Tachinidae y Syrphidae).

Las 4 familias restantes son Cicadellidae, Apidae, Halictidae y Nymphalidae, la cuales solo se encontraron en el cultivo.

De las familias anteriores algunas son plagas reportadas para diferentes cultivos, otras son parasitoides o depredadores de esas mismas plagas y otras son polinizadores importantes.

Por lo tanto es de vital importancia conservar fragmentos de ecosistemas naturales, como los bosques, ya que en ellos se albergan una diversidad importante de insectos que ayudan a los cultivos a regular sus niveles de plagas de importancia económica y optimizar la polinización de los sistemas productivos.

**Anexo 5. Resumen de proyecto de
investigación enviado a SOCLA en el marco
del cuarto congreso Latinoamericano de
Agroecología**



IV CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGIA

**Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima,
Perú. 10 - 12 de Setiembre 2013**



**FORMULARIO
DE
INSCRIPCIÓN
PARA
PRESENTACIÓN DE
TRABAJOS**

Autores: Maikol Santamaría Galindo,
Johanna Fernández Bermúdez,
Johanna Bulla, Johanna Prieto, Daniela
Espejo, Jonhy Hidalgo.

Presentador: Maikol Santamaría Galindo

Institución: Corporación Universitaria Minuto de Dios
UNIMINUTO

Dirección: Calle 81b 72 B-70 Bogotá, Colombia.

Teléfono: 2916520 ext. 6988 – 6987 Fax: 4308140

Correo electrónico: msantamaria@uniminuto.edu

**Marque el casillero
correspondiente:**

1. Presentación

Oral X

Cartel

2. Eje temático del trabajo

Agrobiodiversidad: gestión de recursos genéticos;
especies promisorias

Sistemas de producción agroecológicos y manejo
de cultivos

Manejo agroecológico de
suelos, agua, plagas y
enfermedades

Avances metodológicos
en agroecología:
indicadores, modelos, etc.

Cambio climático y
estrategias agroecológicas
de adaptación y resiliencia

Mercados campesinos, cadenas de valor y
economía de la pequeña agricultura

Capacitación campesina
agroecológica:
experiencias innovadoras;
metodologías; nuevos
enfoques y escenarios.
Saberes y conocimiento
local

Enseñanza y aprendizaje
en Agroecología: la
experiencia desde las
universidades

Políticas públicas para la
promoción de la
agroecología.
Agroecología y soberanía
alimentaria

Resumen de Trabajo a presentar

INSECTOS DE IMPORTANCIA AGROECOLÓGICA ASOCIADOS A AGROECOSISTEMAS Y ECOSISTEMAS NATURALES: PROYECTO RED ECOLÓGICA

Maikol Santamaría Galindo¹, Johanna Fernández Bermúdez², Johanna Bulla³, Johanna Prieto³, Daniela Espejo³, Jonhy Hidalgo³.

1Docente UNIMINUTO. Programa de Ingeniería Agroecológica. Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia.

2 Investigadora. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

3 Estudiantes. Programa de Ingeniería Agroecológica. Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia.

En sistemas agrícolas la biodiversidad está constituida por todas las especies que interactúan y proporcionan servicios ecosistémicos como reciclaje de nutrientes, control de procesos hidrológicos, regulación de poblaciones de organismos, entre otros. Hoy en día los ecosistemas naturales que albergan esta biodiversidad se han visto disminuidos por su destrucción. En ellos habitan insectos del suelo, fitófagos, depredadores, parasitoides y polinizadores que colonizan y se adaptan a los agroecosistemas. El proyecto Red Ecológica tiene por objetivo investigar en las relaciones existentes entre los cultivos y su entorno, con el fin de aprovechar sosteniblemente los beneficios de los ecosistemas naturales para desarrollar alternativas de protección de cultivos basadas en el conocimiento, protección y aprovechamiento de la biodiversidad. Para determinar los insectos asociados de importancia agroecológica, en el municipio de Madrid (Cundinamarca, Colombia) se estableció un cultivo de curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*) cerca de un bosque alto andino y se realizaron muestreos semanales en bosque y cultivo. Según la abundancia obtenida de los principales órdenes, el 68,5% fueron Diptera, 9,3% Hymenoptera, 8,4% Coleoptera, 3,6% Lepidoptera y 2,7% Hemiptera. Los insectos de importancia agrícola con mayor abundancia fueron parasitoides de las familias Ichneumonidae, Braconidae, Diapriidae y Eulophidae (Hymenoptera) y Tachinidae (Diptera); polinizadores de la familia Apidae; moscas fitófagas de las familias Tephritidae, Agromyzidae y Lonchaeidae; coleópteros fitófagos de las familias Curculionidae, Scarabeidae, Chrysomelidae; coleópteros depredadores de la familia Coccinellidae y lepidópteros fitófagos de la familia Noctuidae, Nymphalidae y Pyralidae. Los resultados evidenciaron la riqueza insectil de los ecosistemas naturales de la Sabana de Bogotá y son base para establecer relaciones biológicas entre insectos y plantas para concebir y modelar agroecosistemas con base en el manejo de la biodiversidad. El proceso podrá replicarse en otros agroecosistemas bajo metodologías participativas con agricultores para generar una cultura de conservación y fomento de los servicios ecosistémicos.