



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Facultad de Estudios Ambientales y Rurales

Trabajo De Grado

2014

Ana Carolina López Galván

Directora: Ángela Amarillo

INTERACCIONES INSECTO-PLANTA EN UNA LEGUMINOSA DE BOSQUE SECO
TROPICAL BAJO TRES COBERTURAS CON DIFERENTE PERTURBACIÓN: COELLO,
TOLIMA, COLOMBIA

El presente trabajo de grado se desarrolla bajo el formato de artículo, planteado en los lineamientos para los trabajos de grado de la carrera de Ecología de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales del año 2014.

CONTENIDO

1. Artículo
2. Anexos
 - a. Problema de investigación
 - b. Justificación
 - c. Preguntas de Investigación
 - d. Objetivos
 - e. Antecedentes
 - f. Marco teórico y conceptual
 - g. Ampliación de conclusiones
 - h. Ampliación de recomendaciones
3. Lineamientos Revista BIOTROPICA

1. ARTICULO

1 LRH: López- Galván Ana Carolina

2 RRH: Interacciones Insecto-Planta en tres Coberturas

3

4

5

6

7

8

9 **Interacciones Insecto-Planta En Una Leguminosa en Bosque Seco Tropical Bajo Tres**

10 **Coberturas Con Diferente Perturbación**

11 Ana Carolina López-Galván¹.

12 ¹ Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales. Transv.4° No.42-

13 00.Edificio J. Rafael Arboleda. Piso 8. Bogotá, Colombia.

14

15

16

17

18

19

20

21 **Recibido** _____ **; revisión aceptada** _____

1 **Resumen**

2

3 El Bosque Seco Tropical en Colombia, ha tenido altos procesos de transformación,
4 convirtiéndose en uno de los tres ecosistemas más amenazados y fragmentados del país con
5 graves consecuencias sobre la biodiversidad, desconociéndose en gran medida los efectos sobre
6 las interacciones ecológicas. Entre las interacciones más relevantes se encuentran la herbivoría,
7 el parasitismo y la predación las cuales presentan cambios críticos a los procesos de
8 fragmentación y pérdida de hábitat. En este estudio se determinaron los efectos de tres
9 coberturas de Bosque Seco Tropical con diferente grado de perturbación sobre la interacción
10 herbívoro-planta, la composición y estructura los gremios tróficos de las comunidades de
11 insectos en *Pseudosamanea guachapele* (Mimosaceae). El estudio se llevó a cabo en el
12 municipio de Coello, Tolima, se identificaron 10 árboles por cada tipo de cobertura y para cada
13 uno se estimó el porcentaje de herbivoría foliar y tipos de daño por herbivoría. Los tipos de
14 herbivoría variaron en respuesta a la cobertura, presentando mayor porcentaje en borde de
15 camino. Se encontró una menor riqueza de familias en borde de camino, donde también hubo
16 mayor abundancia de herbívoros y una disminución de parasitoides y depredadores. Parasitoides
17 y depredadores fueron más abundantes en la vegetación secundaria alta. Estos resultados
18 muestran una acción combinada del aumento en la abundancia de herbívoros y disminución de
19 enemigos naturales como una causa del aumento de la herbivoría, esta última en respuesta a la
20 pérdida de la cobertura original.

21

22 **Palabras clave:** Artrópodos; cobertura; fragmentación gremio trófico; herbivoría.

23

1 **Abstract**

2 The Tropical Dry Forest in Colombia has suffer high transformation processes, making it one of
3 the three most fragmented and endangered ecosystems in the country with serious consequences
4 for biodiversity, and largely unknown effects on ecological interactions. Herbivory, parasitism
5 and predation are among the most relevant interactions presenting critical responses to
6 fragmentation and loss of habitat. In this study the effects of three land cover of Tropical Dry
7 Forest with different degrees of disturbance on plant-herbivore interactions, composition and
8 trophic guild structure of insect communities in *Pseudosamanea guachapele* (Mimosaceae) were
9 determined, in the municipality of Coello, Tolima, were identified ,and the percentage herbivory
10 for each leaf and type of herbivory damage was estimated. Herbivory percentages varied in
11 response to coverage, being greater on trees along the road side. Fewer family numbers, greater
12 abundance of herbivores and lower of predators and parasitoids was also found on trees along
13 the road side, Parasitoids and predators were more abundant in upper secondary vegetation.
14 These results show a combined effect of the increase in the abundance of herbivores and natural
15 enemies as a cause of increased herbivory, the latter in response to the loss of coverage.

16

17 **Key Words:** Arthropods; landscape coverage; trophic guild fragmentation; herbivory.

18

19 EL CAMBIO EN EL USO DE LA TIERRA COMO RESULTADO DE LA ACTIVIDAD HUMANA HA GENERADO
20 numerosas consecuencias sobre los ecosistemas, entre las cuales encontramos la degradación,
21 fragmentación y pérdida de hábitat (Valladares & Cagnolo 2011). La fragmentación entendida
22 como la partición de la cobertura original en diferentes piezas que quedan aisladas unas de otras
23 por una matriz de un hábitat diferente al original, genera consecuencias negativas sobre la biota

1 (Armbrecht *et al* 2013, Fahrig 2003, González *et al* 2014, Kim & Lee 2013) al punto que en la
2 actualidad es considerada junto con la pérdida de hábitat, la principal causa de pérdida de
3 biodiversidad (Didham & Ewers 2012, Fahrig 2003, González *et al* 2014, Sharon 2009). Esta
4 pérdida de biodiversidad se ve reflejada a diferentes escalas (Bennett & Gratton 2012, González
5 *et al* 2014). Por ejemplo, afectando la riqueza de las especies (Fahrig 2003, Fenoglio *et al* 2012,
6 Sharon 2009, Wilson 1992), disminuyendo la abundancia de las poblaciones (Fenoglio *et al*
7 2012, González *et al* 2014), simplificando y alterando las redes tróficas (Fahrig 2003, Fenoglio
8 *et al* 2012, Sharon 2009), reduciendo el número de especies especialistas (Bennett & Gratton
9 2012, Fenoglio *et al* 2012, Fahrig 2003, González *et al* 2014, Sharon 2009), y disminuyendo la
10 diversidad de depredadores y parasitoides (Bennett & Gratton, 2012, Fahrig 2003, Kim & Lee
11 2013, Sharon 2009).

12 Entre las interacciones más relevantes y conspicuas en los ecosistemas están la herbivoría, la
13 predación y el parasitismo, quienes pueden presentar cambios críticos en respuesta a los
14 procesos de fragmentación y pérdida de hábitat, representados en redes más simples,
15 interacciones más generalistas, y reducción de las funciones de las especies en los ecosistemas
16 (Bennett & Gratton 2012, Sharon 2009, Vásquez *et al* 2007).

17 El estudio de las comunidades de artrópodos nos permite de una forma sencilla y eficaz
18 acercarnos a la comprensión de los efectos de la fragmentación y los cambios en el uso de la
19 tierra, ya que estos son el grupo más diverso del planeta (Armbrecht 1995, Brown 1989). Con
20 más de un millón de especies descritas (Samways *et al* 2010) ocupan un gran número de hábitats
21 y micro hábitats, y tienen una gran variabilidad en sus hábitos alimenticios y grupos funcionales,
22 entre los cuales encontramos herbívoros, detritívoros, parasitoides, depredadores,
23 descomponedores, polinizadores y omnívoros (Brown 1989). Los artrópodos también cumplen
24 con diferentes servicios ecosistémicos, como lo son, ciclaje de nutrientes, polinización,

1 dispersión y control de plagas. Los herbívoros son altamente diversos y en conjunto con sus
2 plantas hospederas y sus enemigos naturales representan más de la mitad de la diversidad
3 terrestre (González *et al* 2014).

4 Los organismos responden de diferentes formas a los cambios en los ecosistemas. Por
5 ejemplo, González *et al* (2014) mostraron que los herbívoros aumentan su abundancia en lugares
6 antropogénizados, mientras que los parásitos y depredadores la disminuyen. Álvarez (2009)
7 encontró que hay una relación entre la abundancia de herbívoros y depredadores en respuesta al
8 efecto de borde, donde hay mayor presencia de herbívoros y por lo tanto mayor porcentaje de
9 herbivoría en el borde, a diferencia de una mayor presencia de depredadores en el interior del
10 bosque. A su vez Vásquez *et al* (2007), encontraron que las tasas de herbivoría aumentan en
11 lugares fragmentados, por lo cual las plantas pueden ser afectadas por la disminución del tamaño
12 de las hojas, ya que se incide en su capacidad fotosintética afectando el crecimiento de las
13 plántulas y su capacidad de obtención de energía y nutrientes.

14 El Bosque Seco Tropical (Bs-T) en Colombia ha sufrido una intensa transformación debido a
15 la alta fertilidad de sus suelos lo cual lo ha convertido en uno de los tres ecosistemas más
16 fragmentados y amenazados del país (IAVH 1998). Se estima que solo queda el 1.5 por ciento
17 del Bs-T en el país, distribuido en tres remanentes: valle del Río Cauca, valle del Río Magdalena
18 y en una menor proporción en la llanura Caribe, de los cuales son pocos los estudios realizados
19 (Mendoza 2002). Las leguminosas son una de las familias más representativas de este tipo de
20 ecosistemas, ya que proporcionan un gran número de servicios ecosistémicos tales como el
21 ciclaje del nitrógeno, contribuyendo a la recuperación y alta fertilidad de los suelos, cercas vivas
22 y sombrío para el ganado (Cabrera 2003). Además son fuente de alimento para una gran
23 variedad de animales incluyendo a los seres humanos (Mendoza 2002).

1 Dada la importancia de comprender la forma en que los procesos de transformación de las
2 coberturas por acción antrópica modifican la composición y diversidad de especies en estos
3 ecosistemas, en este estudio se determinó y comparó la composición y diversidad taxonómica de
4 las comunidades de insectos herbívoros y sus enemigos naturales, asociados a tres coberturas
5 con diferente grado de antropización en Bs-T Colombiano. Con el fin de minimizar la variación
6 causada por la diversidad de plantas en cada cobertura, se compararon únicamente las
7 comunidades presentes en la leguminosa *Pseudosamanea guachapele*, debido a que es una
8 especie representativa de la zona, y presenta diversos usos por parte de las comunidades locales.
9 Específicamente se analizaron en primer lugar los cambios en los tipos de herbivoría y su
10 variación con el tipo de cobertura; En segundo lugar, los cambios que los diferentes tipos de
11 cobertura generan sobre los gremios tróficos de insectos. Finalmente se establecieron las
12 diferencias en la composición y diversidad de insectos herbívoros y sus enemigos naturales, en
13 los tres tipos de cobertura.

14

15 **Métodos**

16

17 EL BS-T -es una formación vegetal que se encuentra entre los 0-1000 m.s.n.m., con
18 temperaturas entre 17°-35°C, precipitación entre 700-2000 mm y el clima presenta uno o dos
19 períodos marcados de sequía al año; Presenta pérdida completa o parcial del follaje de la
20 vegetación durante las épocas secas del año (IAVH 1998).

21 Este estudio se realizó en Colombia, en el Valle del Magdalena, al sur del departamento del
22 Tolima, en el municipio de Coello, en las veredas Lucha afuera (04°18'25.8"N), Chagualá afuera
23 (04°14'11.2"N, 074°57'24.2"W) y Cunira (04°16'54.7" N, 074°58'51.5"W), en el mes de Enero

1 del 2014 en época seca, debido a que en esta época del año hay una mayor abundancia de
2 artrópodos (Fig. 1).

3 Se definieron tres tipos de coberturas según la metodología CORINE Land Cover adaptada
4 para Colombia:

5 Borde de camino (en adelante BC): esta cobertura se encuentra ubicada en un camino veredal en
6 Lucha Afuera, presenta tierras cubiertas con pastos tipo Angletón, en las cuales se han
7 estructurado potreros con presencia de árboles esparcidos de *P. guachapele*, distribuidos a una
8 distancia promedio de 31 m, con una altura promedio de 7.19 m, y un área del dosel promedio de
9 160 m². Actualmente presenta un uso de tipo ganadero. Los individuos de *P. guachapele*
10 muestreados se encuentran formando parte de cercas vivas a lo largo del camino que delimita los
11 pastos y la carretera principal.

12

13 Pastos y árboles plantados (en adelante PAP): Ubicado en la vereda Chagualá Afuera esta
14 cobertura está ocupada por arreglos espaciales donde se combinan pastos destinados para
15 ganadería con plantaciones arbóreas de *P. guachapele* principalmente, frecuentemente llamados
16 silvopastoriles. Los individuos de *P. guachapele* muestreados se encuentran inmersos en la
17 pastura, distribuidos a una distancia promedio entre ellos de 23.37 m, con una altura promedio de
18 26.35 m y un área promedio del dosel de 109 m². La vegetación es más cerrada. Actualmente
19 presenta uso ganadero.

20

21 Vegetación secundaria alta (en adelante VSA) ubicada en la vereda de Cunira en la zona de
22 restauración de una cantera de arcilla, esta cobertura presenta vegetación principalmente arbórea
23 con dosel irregular y presencia ocasional de arbustos, palmas y enredaderas de especies típicas

1 de Bs-T. Los individuos de *P. guachapele* muestreados están ubicados a una distancia promedio
2 de 17.38 mt, con una altura promedio de 10.998 m y un área del dosel de 93.159 m².

3 *Pseudosamanea guachapele* (Kunth) Harms (Mimosaceae) es un árbol con una altura entre 20 y
4 25 m, tallo grueso con aproximadamente 70 cm de CAP. Su copa es amplia y extensa, con
5 coberturas que alcanzan los 200 m² aproximadamente. Posee hojas compuestas y bipinadas al
6 final, foliolos engrosados en la base con glándulas entre ellos. Las Flores son inflorescencias en
7 glomérulos blancas o amarillentas con estambres muy largos. Los frutos son vainas café
8 aterciopeladas que miden 15-20 cm de largo. Cada vaina contiene de 6-8 semillas de color
9 blanco cremoso, planas y de 8 mm de largo. Se utiliza ampliamente como sombrero y alimento
10 para el ganado, cercas vivas, y su madera se emplea para construcciones locales y como
11 combustible. Por su capacidad de fijar nitrógeno se usa como medio para enriquecer los suelos
12 de cultivos (Repizo & Devia 2008).

13

14 **VARIACIÓN EN HERBIVORÍA SEGÚN EL TIPO DE COBERTURA** Con el fin de
15 establecer los tipos de herbivoría y su variación según el tipo de cobertura en que se encontraba
16 la planta, se seleccionaron 10 árboles en cada cobertura. En cada árbol se seleccionaron 8 ramas
17 de la parte baja del dosel ubicadas aproximadamente entre los 5 y 18 m de altura, 2 por cada
18 punto cardinal. De cada rama se seleccionaron y colectaron aleatoriamente 10 hojas maduras que
19 fueron prensadas y transportadas al laboratorio en bolsas plásticas herméticas con alcohol al 70
20 por ciento. Una vez en el laboratorio se cuantificó el área de la hoja mediante el método de
21 cuadrículas (1 mm²) plateando por Farnsworth y Ellison (1991) que consiste en contar el número
22 de cuadros ocupados por la hoja y por cada tipo de daño, y estimar el área total de la hoja y el
23 área por tipo de daño, determinando el porcentaje de herbivoría por cada tipo de daño

1 encontrado. Se estimó la herbivoría para cada uno de los siguientes tipos: 1) agujeros: son
2 perforaciones o aperturas dentro de la hoja, 2) minación: galerías al interior de la hoja, hechos
3 por minadores, insectos que excavan en el tejido interno sin causar rupturas o agujeros externos
4 en las hojas, 3) masticación: daños en el margen de la hoja resultado de la masticación de
5 insectos, 4) manchas necróticas o cicatrices: ocasionado por el ataque de orugas u otros insectos
6 que muerden superficialmente el tejido de la hoja (Fig. 2).

7 Una vez obtenidos los porcentajes de herbivoría por cada cobertura y cada tipo de daño, se
8 analizaron los datos con ayuda del programa R (R Core Team 2014). Se realizó un ANOVA
9 anidado de doble entrada, donde las variables de entrada fueron cobertura y tipo de daño, con
10 árboles anidados dentro de cobertura. La variable de respuesta fue el porcentaje de herbivoría.
11 Dado que los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad y homogeneidad de varianzas,
12 se empleó la transformación arcsenica por tratarse de porcentajes (Flower & Cohen 1987).
13 Finalmente, cuando el ANOVA arrojó valores significativos, se realizó un análisis de
14 comparación de medias tipo Tukey para identificar los pares de tratamientos diferentes.

15

16 DIFERENCIAS EN LA COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE INSECTOS HERBÍVOROS Y

17 sus enemigos naturales. Con el fin de establecer las diferencias en la composición y diversidad
18 de insectos herbívoros y sus enemigos naturales se colectaron los artrópodos en los 10 árboles
19 seleccionados por cobertura, complementando la metodología de barrido planteada por Janzen
20 (1973), con la metodología de Álvarez (2009). Con una red entomológica se capturaron los
21 insectos a través de un barrido sobre 4 ramas de cada árbol por cada punto cardinal. En cada
22 punto se realizaron en promedio 20 pases dobles. Adicionalmente, se impregnó con alcohol al 70
23 por ciento un plástico blanco de 10 m² ubicado debajo de la planta. Seguidamente se golpearon

1 las ramas capturando manualmente o con un pincel los insectos que cayeron y se adhirieron al
2 plástico. También se colectaron manualmente los artrópodos encontrados en el momento de
3 seleccionar las hojas para la toma de datos de herbivoría. Finalmente, se ubicaron en el interior
4 de las ramas y de manera opuesta 2 trampas con cebo de melaza en cada uno de los 10 árboles
5 por cobertura. Estas permanecieron expuestas durante 5 días. Todos los organismos colectados
6 se conservaron en alcohol al (70%).

7 La identificación de los ejemplares se realizó hasta en nivel de familia en el laboratorio de
8 Ecología Evolutiva y Conservación de la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales con ayuda
9 de claves taxonómicas (Amarillo Suarez & Andrade 1996, Borror & White 1970, Fernandez &
10 Sharkey (eds.) 2006, Martinez 2005, Kaston 1978, Salas 2007, Vitolo 2004, White 1983).

11 Inicialmente se realizó una curva de acumulación de familias por cobertura con el programa
12 EstimateS (Colwell 2006) para establecer si la muestra fue representativa. Para el análisis de
13 diversidad taxonómica de insectos por cada tipo de cobertura se empleó el índice de Shannon
14 que es basada en la teoría de la información, el cual relaciona el número de familias y la
15 abundancia de estas en el ecosistema (Magurran, 1988). Para el análisis de diversidad beta se
16 utilizó el índice de agrupamiento de Bray Curtis. En el análisis de los datos se utilizó el
17 programa PAST (Hammer & Harper, 2006).

18 **CAMBIOS EN LOS GREMIOS TRÓFICOS SEGÚN LA COBERTURA** Con el fin de
19 determinar los cambios y efectos que tienen los tipos de cobertura sobre los gremios tróficos de
20 insectos, se clasificaron los artrópodos encontrados en grupos tróficos con base en una revisión
21 bibliográfica sobre sus historias de vida y hábitos alimenticios (herbívoros, depredadores,
22 omnívoros, polinizadores ó parasitoides) (Clavijo & Amarillo 2013). Para la estimación de la

1 diversidad alfa en cada tipo de cobertura se empleó el mismo procedimiento que para el análisis
2 de diversidad taxonómica.

3 Los gremios tróficos entre coberturas, se compararon mediante análisis de abundancia
4 proporcional por gremio trófico. Se determinó el índice de diversidad de Shannon para cada
5 gremio trófico. La diversidad beta fue establecida mediante el índice de similaridad de Bray
6 Curtis. Para el análisis de los datos se utilizó el programa PAST (Hammer & Harper, 2006).

8 **Resultados**

9
10 En total se colectaron 1504 individuos, pertenecientes a 89 familias en las tres coberturas. En la
11 figura 1 se muestra la curva de acumulación para las tres coberturas. Según el análisis de
12 CHAO1 en la cobertura BC se colectó el (52%) de las familias presentes en este ecosistema, en
13 la cobertura PAP (78%) y en la cobertura VSA (78%), lo que de acuerdo con Magurran (2004)
14 indica que sí hay una muestra representativa de las familias en las tres coberturas (Fig. 3)

15
16 **VARIACIÓN EN HERBIVORÍA SEGÚN EL TIPO DE COBERTURA** se encontraron
17 diferencias significativas en los porcentajes de herbivoría entre las coberturas ($P= 0.000009$). El
18 mayor porcentaje de herbivoría fue para BC (63.8%), seguido de PAP (49.9%) y el más bajo fue
19 VSA (46.8%), (Fig.4).

20 Hay variaciones significativas en los tipos de daño por cobertura (0.0008) (Tabla.1). Los
21 tipos de daño más abundantes fueron mordeduras que a su vez tuvieron mayor representatividad
22 en BC, seguido por PAP y menor en VSA. Los agujeros y minación fueron mayores en PAP y

1 disminuyeron en las dos coberturas restantes. Las manchas necróticas fueron mayores en VSA y
2 disminuyeron en las dos coberturas restantes (Fig. 4).

3 También se encontraron variaciones significativas en la interacción cobertura por tipo de
4 herbivoría ($P=0.000000026$), lo cual evidencia diferencias en los tipos de herbivoría entre
5 coberturas (Tabla.1).

6 La prueba de comparación medias tipo Tukey arrojó diferencias altamente significativas entre
7 las coberturas BC y PAP ($P=0.0000002$), y entre las coberturas PAP y VSA ($P=0.0032356$). Por
8 su parte, no hubo diferencias significativas entre VSA y PAP ($P=0.0729961$) (Tabla.2). En la
9 comparación de los pares de medias de la relación de cobertura por tipo de daño se encontró que
10 no hay diferencias entre el daño tipo agujeros entre las tres coberturas (Tabla.2). A pesar de no
11 mostrar diferencias significativas en la prueba Tukey las mordeduras disminuyen en VSA Y
12 PAP (Tabla.2; Fig.4). El daño tipo minación difiere entre las coberturas VSA y PAP siendo
13 mayor en PAP (Tabla.2; Fig. 4). Finalmente las manchas necróticas difieren entre las coberturas
14 PAP - VSA y PAP-VSA con mayor porcentaje en VSA (Fig.4).

15

16 DIFERENCIAS EN LA COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE INSECTOS HERBÍVOROS Y

17 SUS ENEMIGOS NATURALES- Las familias con mayor abundancia y con presencia en las
18 tres coberturas fueron: Formicidae, Noctuidae y Cicadellidae. En BC la familia con mayor
19 abundancia fue Cicadellidae seguida por Reduvidae. En PAP las familias más representativas
20 fueron Formicidae, Sciaridae y Vespidae. En VSA las familias más abundantes fueron
21 Formicidae, Blattellidae y el orden Araneae. El listado completo de familias por cobertura se
22 relaciona en la tabla 3.

23

1 La cobertura con menor índice diversidad de familias fue la cobertura BC (2.781) y la de
2 mayor riqueza PAP (3.089) (Tabla.4).

3 Los tres lugares difieren en la composición y estructura de las comunidades, lo que se refleja
4 en que la distancia entre coberturas dadas por el índice de Bray Curtis el cual fue en todos los
5 casos mayores a 0.55, implicando además una alta diversidad beta (Fig.5). Que PAP y BC
6 comparten mayor número de familias y abundancias por familia lo cual las hace más semejantes,
7 siendo VSA la que presenta mayor número familias diferentes con un índice de 0.45.

8

9 **CAMBIOS EN LOS GREMIOS TRÓFICOS SEGÚN LA COBERTURA-** Al agrupar las
10 familias por gremio trófico resultaron nueve categorías: coprófago, descomponedor, hematófago,
11 herbívoro, omnívoro, parasitoide, polinizador, predador y saprófago. En BC los herbívoros
12 fueron el gremio más representativo con un 59 por ciento, seguido por predadores con 22
13 por ciento (Fig. 6). En la cobertura PAP los predadores fueron el gremio más abundante con un
14 porcentaje de 44 por ciento, mientras que los herbívoros tuvieron un 39 por ciento (Fig. 6). Igual
15 que en la cobertura anterior, en VSA los depredadores fueron el gremio dominante con una
16 representatividad de 58 por ciento. Los herbívoros presentaron un 22 por ciento (Fig.6). A pesar
17 de que los parasitoides tuvieron una baja representatividad en las tres coberturas cabe resaltar
18 que la presencia de fue mayor en VSA y PAP.

19 PAP es la cobertura con mayor índice de diversidad de gremios tróficos (1.213), seguida por
20 VSA (1.256), y finalmente BC (1.095). El análisis de agrupamiento de Bray Curtis mostró
21 semejanzas (0.75) entre la composición y estructura de gremios tróficos de las coberturas VSA y
22 BC, mientras que PAP aparece como el más disímil en la composición de gremios con un índice
23 de agrupamiento de 0.73 (Fig.5). Los herbívoros fueron el gremio trófico más diverso para las

1 coberturas PAP y VSA (Tabla 4) este gremio presentó una baja diversidad en BC en relación
2 con las otras dos coberturas. Los depredadores presentaron mayor diversidad en PAP y VSA con
3 mayor diversidad en PAP, al igual que los herbívoros presentaron menor diversidad en BC
4 (Tabla.5). Igual comportamiento presentó la diversidad de los parasitoides.

5

6 **Discusión**

7

8 Se encontró que hay una disminución de los herbívoros y del porcentaje de herbivoría a
9 medida que disminuye el grado de antropización de las coberturas. De la misma forma que hay
10 una baja presencia de parasitoides y predadores en la cobertura con mayor grado de intervención
11 antrópica y aumenta en la que menor intervención presenta. A pesar de no encontrar diferencias
12 significativas entre los índices de diversidad tanto para gremios tróficos como para familias, sí se
13 encontraron diferencias en la composición de las familias y gremios por de tipo cobertura.

14

15 En este estudio el porcentaje de herbivoría disminuyó con la disminución de la intervención
16 siendo VSA la cobertura menos antropizada. Estos resultados son congruentes con los de
17 Álvarez (2009) quien registró mayor herbivoría en la cercanía al borde que en el interior de un
18 bosque de roble, siendo en este caso el borde el sector más antropizado. De manera similar,
19 Vázquez *et al* (2007) encontraron que hay disminución de los artrópodos herbívoros en los
20 fragmentos de bosque más pequeños, y Fiona *et al* (2009), encontraron que hay un aumento de
21 la herbivoría y de los herbívoros en los bordes de los parches de remanentes de vegetación en
22 Sydney con una consecuente disminución de estos en el interior del parche. Resultados como
23 estos indican que independientemente del tipo de perturbación antropogénica, la herbivoría es

1 más alta en aquellas áreas donde hay mayor grado de intervención aunque sería necesaria una
2 revisión meta-analítica para confirmar esta hipótesis.

3 Igual que en trabajos antes mencionados, en este estudio también se presenta una relación
4 entre la presencia de herbívoros y sus enemigos naturales con el porcentaje de herbivoría y el
5 grado de antropización, ya que se encontró que los lugares que presentan mayor porcentaje de
6 herbivoría además de tener mayor presencia de herbívoros poseen menor cantidad de
7 parasitoides y depredadores.

8 La interacción significativa cobertura por tipo de herbivoría, muestra que los tipos de
9 herbivoría cambian de manera diferente entre las coberturas y en porcentaje de herbivoría. De
10 manera similar que en otros estudios (Heredia & Jiménez 2011) se muestra un cambio del
11 porcentaje y tipo de herbivoría según la cobertura. Sin embargo son escasos los estudios que
12 permiten comparaciones a este nivel, resaltándose así la importancia de realizar análisis por tipos
13 de herbivoría más específicos, los cuales dan a conocer características específicas de las
14 comunidades de insectos que integran cada cobertura.

15 La diversidad taxonómica de familias de insectos fue mayor en las coberturas con menor
16 grado de intervención, especialmente en PAP cuyo índice de diversidad fue mayor en
17 comparación con las demás coberturas. Debido al alto índice de diversidad y las características
18 silvopastoriles de esta cobertura se puede pensar que estos sistemas cumplen un papel importante
19 como lugares de resguardo de la biodiversidad tal como lo mencionan Ibrahim *et al* (2006).
20 Por otra parte la cobertura que presentó menor índice de diversidad fue BC, la cual presenta el
21 mayor grado de intervención. Autores como Fenoglio *et al* (2012) y Fahrig (2003) asocian esta
22 baja diversidad biológica en lugares altamente transformados con procesos de fragmentación y
23 transformación de las coberturas por acción antrópica.

1 El análisis de diversidad beta para familias muestra que sí hay diferencias y un reemplazo
2 en la composición de familias entre coberturas. Las coberturas que tuvieron mayor grado de
3 similitud fueron BC y PAP (0.56) que fueron las coberturas que presentaron mayor grado de
4 antropización, compartiendo familias como Drosophilidae, Cicadellidae, Miridae, Formicinae,
5 Anthomyzidae y Muscidae las cuales está confirmadas en su mayoría por especies generalistas
6 presentes en sitios con alto grado de intervención .

7 Por otra parte en VSA se encontraron de manera exclusiva, Alydidae, Aradidae, Buprestidae,
8 Chalcididae, Coreidae, Eupelmidae, Flatidae, Mimetidae, Oxyopidae, Tetragnatidae.

9 Las familias comunes a las tres coberturas en su gran mayoría son familias generalistas
10 presentes en lugares con alta transformación e intervención humana (Borror & White 1970,
11 Fotlin 2012). Esto, al igual que los estudios realizados por Fenoglio *et al* (2012), Fahrig (2003),
12 Fiona *et al* (2010), demuestra que los procesos de fragmentación y pérdida de hábitat generan
13 un aumento de los grupos generalistas en detrimento de los especialistas. Por su parte, los
14 índices de diversidad son considerados de medios a bajos debido a que según Núñez (1991) el
15 índice de diversidad de Shannon se mide de una escala de 1 a 5 en donde los valores secanos y
16 superiores a 5 se consideraran como una diversidad alta. Estos bajos valores de riqueza y
17 diversidad en las tres coberturas pueden deberse a que éstas son afectadas por procesos de
18 intervención humana que modifican la estructura de los ecosistemas (Alberti 2005, Bennett &
19 Fahrig 2003, Gratton 2012, Kim & Lee 2013).

20 La variación en gremios tróficos presenta un efecto combinado de gremios diferentes en
21 relación con la cobertura. Se presenta un aumento de los herbívoros y una disminución de sus
22 enemigos naturales vía predadores y parasitoides en los lugares más perturbados. Por otra parte,
23 hay un aumento de los enemigos naturales en los lugares menos antropogénizados generando así

1 una disminución de la herbivoría. Esto muestra que los porcentajes de herbivoría en este estudio
2 son resultado de la acción combinada de dos niveles tróficos: el de los herbívoros y el de los
3 enemigos naturales Finke & Denno (2004) denominan a esto un efecto de cascada debido a que
4 los niveles altos de las redes tróficas son alterados generando cambios en los niveles más bajos.
5 En este caso el cambio de la cobertura afectó fuertemente a los predadores y parasitoides, que a
6 su vez dejaron de ejercer presión sobre los herbívoros. Estos últimos aumentaron su abundancia
7 generando un incremento de la herbívora en la cobertura con mayor grado de antropización. En
8 consecuencia se producen relaciones tróficas más simples (Faeth & Marrusich 2009, Fiona *et al*
9 2010).

10 Se debe tener en cuenta que los datos obtenidos para este estudio fueron colectados en una
11 sola época del año (en época seca) por lo que no pueden ser extrapolados a lo que ocurre en la
12 comunidad a lo largo del año. De otra parte, sería interesante hacer el mismo estudio incluyendo
13 una mayor número de leguminosas en el sector.

14 Se puede concluir que en el sector de BST estudiado los procesos de transformación de la
15 cobertura por acción antrópica modifican y alteran la composición y diversidad de las
16 comunidades de insectos herbívoros y sus enemigos naturales. Específicamente la herbivoría
17 varía según el grado de perturbación de la cobertura, en donde la cobertura con mayor grado de
18 perturbación presenta un mayor porcentaje de herbivoría, debido a que hay un efecto de cascada
19 en donde la perturbación afecta los niveles superiores de la cadena trófica, en este caso
20 disminuye los predadores, lo que genera un aumento de los herbívoros y a su vez se genera un
21 aumento de la herbivoría. Lo contrario sucede en los lugares con menor grado de intervención
22 donde hay un aumento de los predadores, lo que genera una disminución de los herbívoros y a su
23 vez disminuye la herbivoría. Esta es una tendencia que no es exclusiva de este estudio en BST
24 ya que estudios realizados en otras regiones geográficas (ref ...) y con otros grupos de

1 organismos (...) muestran simplificación de redes tróficas y disminución de diversidad con el
2 aumento del grado de perturbación. A nivel de prácticas de manejo de áreas transformadas en el
3 sector de BST estudiado, los sistemas silvopastoriles ofrecen una alternativa de compromiso
4 entre el uso productivo de la tierra y la conservación de la diversidad de insectos.

5

6 **Agradecimientos:**

7

8 A mis padres quienes fueron mi principal apoyo emocional y financiero. A la doctora
9 Ángela Amarillo del Departamento de Ecología y Territorio por su voto de confianza y
10 acompañamiento durante el desarrollo de todo el trabajo. A los funcionarios de la UMATA del
11 municipio de Coello quienes me abrieron las puertas de su municipio y de sus conocimientos,
12 brindando el apoyo logístico y profesional para el desarrollo de mi trabajo de campo, en especial
13 al señor Alcalde Carlos Zarta, al agrónomo Hernán Hernández. A Claudia Zarta. A Santiago
14 Bustamante por todos sus consejos estadísticos en el manejo del programa R. A mis profesores
15 y compañeros de la carrera de ecología.

16

17 **Literatura citada**

18 **ALBERTI, M.**, 2005. The effects of urban patterns on ecosystem function. International
19 Regional Science Review. 28: 168.

20 **ÁLVAREZ, I.**, 2009. *Efecto de borde y herbivoría en un fragmento de bosque de roble (*
21 *Quercus humboldtii*. Pontificia Universidad Javeriana.

- 1 AMBERCH, I., 2013. Comparación de mirmecofauna en fragmentos boscosos del valle del
2 geográfico del río Cauca. *Biotropica*. 31: 1–14. así deben ir todas
- 3 ANDRADE, AND AMARRILLO-SUAREZ., 1996. Clave sinóptica para familias y subfamilias
4 de mariposas y polillas colombianas. In *fiscas y naturales Academia Colombiana de*
5 *ciencias exactas (Ed.), Insectos de Colombia, estudios escogidos (Andrade; G., pp. 117–*
6 *148). Bogotá.*
- 7 ARMBRECHT, AND CHACON., 2013. Rareza y Diversidad de Hormigas en Fragmentos de
8 Bosque Seco Colombianos y sus Matrices1. *Biotropica*, 31: 646–653.
- 9 BENNETT, A., AND GRATTON, C., 2012. Local and landscape scale variables impact
10 parasitoid assemblages across an urbanization gradient. *Biotropica*, 104: 26–33.
- 11 BLANCO, E., AND SALAS, G., 2007. Aractinos. Guía de campo. Una introducción al estudio
12 de arañas, escorpiones y garrapatas (p. 116). Bogotá: Especies de Colombia.
- 13 BORROR, D., AND WHITE, R., 1970. A field guide to insects. America north of Mexico (pp.
14 1–372). New York: Houghton Mifflin.
- 15 BROWN, K., 1989. The conservation of Neotropical environments: insects as indicator. (A.
16 press Limited, Ed.) (pp. 13–50). London: British Library.

- 1 CABRERA., 2007. La fijación simbiótica de nitrógeno en leguminosas nativas promisorias.
2 Universidad de la republica Montevideo.
- 3 CAGNOLO, L., AND VALLADARES, G., 2011. Fragmentación del hábitat y desensamble de
4 redes tróficas. *Revista Científica Y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 20: 68–78.
- 5 CLAVIJO, H., AND AMARRILLO-SUAREZ., 2013. Variación taxonomica y funcional en la
6 antropofauna asociada a comunidades vegetales en humedales alto andinos (Colombia).
7 *Revista Colombiana de Entomología*, 39: 155–163.
- 8 COLWELL R., 2006. Estimates S: Statical estimation of species richness and shared species for
9 samples. Version 8. Prersisten URL purl.ucl.ac.uk/estimates rather than making secondary
10 copy.
- 11 DIDHAM., K., KAPOS, V., AND EWERS, R., 2012. Rethinking the conceptual foundations
12 of habitat fragmentation research. *Oikos*, 121: 161–170.
- 13 ESCOBAR., 1994. Estudio de la comunidad de coleopteros coprofagos (scarabaeidae) en un
14 remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia*, 19: 419–430.
- 15 FAHRIG, L., 2003. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of*
16 *Ecology, Evolution, and Systematics*, 34: 487–515.

- 1 FARNSWORTH, E., AND ELLISON, A., 1991. Patterns of herbivory in belizean mangrove
2 swamps. *Biotropica*, 23: 555–567.
- 3 FENOGLIO, M., SRIVASTAVA, D., VALLADARES, G., CAGNOLO, L., AND SALVO,
4 A., 2012. Forest fragmentation reduces parasitism via species loss at multiple trophic
5 levels. *Ecology*, 93: 2407–2420.
- 6 FERNANDEZ, F., AND SHARKEY, K., (Ed). 2006. Introducción a los Hymenoptera de la
7 Región Neotropical (p. 894). Bogotá: Sociedad Colombiana de entomología y
8 Universidad Nacional de Colombia.
- 9 FIONA J. CHRISTIE AND GERASIMOS C. AND DIETER., 2010. Urbanization affects
10 the trophic structure of arboreal arthropod communities. *Urban Ecosyst.* 13: 169–180.
- 11 FINKE, D. L AND DENNO, R. 2004., Predator diversity dampens trophic cascades.
12 *Nature*.429,699.pg. 407
- 13 FORLÍN, A. 2012., Identificación de insectos plagas en cultivos hortícolas orgánicos.
14 Alternativas para su control.(p.10-14). Buenos aires. INTA – Estación Experimental
15 Agropecuaria “El Colorado” – El Colorado- Formosa.
- 16 GONZÁLEZ, E., SALVO, A AND VALLADARES, G., 2014. Arthropods on plants in a
17 fragmented Neotropical dry forest: a functional analysis of area loss and edge effects. *the*
18 *Insect Science*. 10.1111/1744-7917.12107.

- 1 HAMMER, Ø. AND HARPER, D.A.T., 2006. Paleontological Data Analysis. Blackwell.
- 2 IBRAHIM, M. VILLANUEVA, C. CASASOLA F. AND ROJAS. J., 2006. Sistemas
3 silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y
4 restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos Pastos y Forrajes, vol. 29,
5 núm. 4, octubre-diciembre, 2006, pp. 383-419.
- 6 IAVH., 1998. El bosque seco tropical (bs-t) en Colombia. Programa de inventario de la
7 biodiversidad grupo de exploraciones y monitoreo ambiental gema. Retrieved from
8 <http://www.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/doc3.pdf>
- 9 JANZEN., 1973. Sweep samples of tropical foliage insects: description of study sites, with data
10 on species abundances and size distributions. Ecological Society of America, 54: 659–
11 686. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1935358>.
- 12 KARSTON, B., 1978. How to know the spiders. (C. William & C. Brown, Eds.) (3rd ed.).
- 13 KIM, E., SONG, W., AND LEE, D., 2013. A multi-scale metrics approach to forest
14 fragmentation for Strategic Environmental Impact Assessment. Environmental Impact
15 Assessment Review, 42: 31–38.
- 16 LEVY, M., MITCHELL, T., MATTHEW, L., GRAU, H., LOPEZ-CARR, D., REDO,
17 D. AND MUÑOZ, M., 2013. Deforestation and Reforestation of Latin America and the
18 Caribbean (2001 – 2010). Biotropica, 45: 262–271.

- 1 MAGURRAN, A., 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton university press,
2 (p. 179). New Jersey.
- 3 MAGURRAN, A., 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd. (p87-99).
4 Oxford.
- 5 MARRUSICH , A., AND FAETH ,S., 2009. Effects of urbanization on trophic dynamics of
6 arthropod communities on a common desert host plant. Urban Ecosyst. 12: 2565-286.
- 7 MARTINEZ, C., 2005. Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleóptera) de Colombia
8 (pp. 29–43). Bogotá: Instituto de investigación Alexander Von Humboldt.
- 9 MENDOZA, C., AND IAVH., 1998. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en
10 la región Caribe y el valle del río Magdalena. Caldasia, 21: 70–94.
- 11 MORENO., 2001. Manuales y Tesis SEA Vol1. Métodos para medir la biodiversidad. (CYTED,
12 UNESCO, & ORCYT, Eds.) (p. 26,34,46). Zaragoza (España).
- 13 NUÑEZ.,1991. Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. Departamento de Hidrología.
14 C.B.S, UAM-I.
- 15 POIANI, A., AND FUENTES, E., 1985. Efecto de los insectos defoliadores sobre manchones
16 de matorral : casos mono y multiespecíficos. Revista Chilena de Historia Natural, 58: 47–
17 56.

- 1 **REPIZO, A., AND DEVIA, C., 2008.** Árboles y arbustos del valle seco del río Magdalena y de
2 la región Caribe colombiana su ecología y usos (p. 207). Bogotá: Pontificia Universidad
3 Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales. Departamento de ecología y
4 territorio.
- 5 **SAMWAYS, M, MELODIE A. AND NEW, T., 2010.** Insect conservation a handbook of
6 approaches and methods. (p.15-32). Oxford, U.K. Oxford University Press.
- 7 **SHARON., 2009.** Ecology of fragmented landscapes (p. 3,4,5,142,143,). Baltimore: British
8 Library.
- 9 **ULLOA-CHACON, P., 1999.** Rareza y Diversidad de Hormigas en Fragmentos de Bosque
10 Seco Colombianos y sus Matrices. *Biotropica*, 31: 646–653.
- 11 **VÁSQUEZ, P., GREZ, A., BUSTAMANTE, R. AND SIMONETTI, J., 2007.** Herbivory,
12 foliar survival and shoot growth in fragmented populations of *Aristolelia chilensis*. *Acta*
13 *Oecologica*, 31: 48–53. doi:10.1016/j.actao.2006.03.006
- 14 **VITOLO, A., 2004.** Guía para la identificación de los escarabajos tigre (Coleptera:
15 Cicindelidae) de Colombia (pp. 15–130). Bogotá: Instituto de investigación Alexander
16 Von Humboldt. Bogotá.
- 17 **WILSON, E. ,1992.** The diversity of life. New York: WW Northon & Company.

1 WHITE, E . 1983., A flied guide to the beeteles (pp. 53–337). Boston: Hougton Mifflin

2 company.

3

4

Tabla1.

Resultados de ANOVA anidado de doble entrada Sobre las diferencias en la herbivoría entre tipos de cobertura.

Variable	<i>F</i>	<i>P</i>
Árbol (Cobertura) x Tipo de daño	18	0.000000026
Cobertura (Árbol)	27	0.000009
Tipo de daño	2474	0.0008

Tabla 2.

Prueba del total de medias tipo Tukey . Pastos y árboles plantados (PAP), vegetación secundaria alta (VSA), borde de camino (BC), mordeduras (m), agujeros(a), minación (mi), manchas necróticas (n).

PARES DE MEDIAS	<i>P</i>
PAP-PA	0.000
PA-VSA	0.003
VSA-PAP	0.072
PAP:a-PA:a	0.996
VSA:a-PA:a	0.999
VSA:a-PAP:a	0.809
PAP:m-PA:m	0
VSA:m-PA:m	0.990
VSA:m-PAP:m	0.999
PAP:mi-PA:mi	0
VSA:mi-PA:mi	0
VSA:mi-PAP:mi	0.003
PAP:n-PA:n	0.000
VSA:n-PA:n	0
VSA:n-PAP:n	0.740

Tabla 3.

Grupos de artrópodos encontrados en cada tipo de cobertura en BST

Familia	BC	PAP	VSA	
ACRIDIDAE		1	3	0
AGROECOMYRMECINAE		0	0	4
AGROMICINAE		0	0	3
AGROMYZIDAE		1	10	6
ALYDIDAE		0	0	1
ANTHICIDAE		1	0	0
ANTHOCORIDAE		0	1	0
ANTHOMYZIDAE		1	7	0
ANTICIDAE		0	1	0
APIDAE		0	1	1
ARADIDAE		0	0	1
ARANEIDAE		3	2	11
ARCTIIDAE		1	0	0
ASILIDAE		4	3	0

BLATELLIDAE	4	2	23
BLATIIDAE	2	3	2
BOSTRICHIDAE	1	2	0
BUPRESTIDAE	0	0	1
CALLIPHORIDAE	1	0	0
CARABIDAE	1	2	0
CERAMBYCIDAE	2	1	3
CHALCIDIDAE	0	0	1
CHRYSOMELIDAE	9	4	5
CHYSOPIDAE	25	3	7
CICADELLIDAE	149	13	7
CLUSIIDAE	0	1	1
COCCINELLIDAE	2	0	0
CONOPIIDAE	0	1	1
COREIDAE	0	0	1
CTENIDAE	0	1	0
CUCUJIDAE	1	4	2

CULICIDAE	0	0	2
CURCULIONIDAE	11	14	12
CYNIPIDAE	0	1	0
ECTIONINAE	0	0	2
EPHYDRIDAE	0	2	0
EUPELMIDAE	0	0	1
FIGITIDAE	1	0	0
FLATIDAE	0	0	1
FORMICINAE	64	20	95
GEOMETRICIDAE	5	2	4
GRYLLACRIDAE	0	0	1
GRYLLINAE	1	0	1
LAUXANIIDAE	1	0	2
LYCAENIDAE	0	1	0
LYGAEIDAE	1	0	0
MEMBRACIDAE	1	1	0
MICROLEPIDAEFAMILIA1	1	1	1

MICROLEPIDAEFAMILIA3	1	0	2
MICROLEPIDAEFAMILIA4	0	1	0
MIMETIDAE	0	1	1
MIRIDAE	75	4	0
MORDELLIDAE	11	0	0
MUSCIDAE	10	3	0
MYRMECINAE	34	38	45
NABIDEAE	1	0	0
NERIIDAE	1	1	0
NITIDULIDAE	17	21	5
NOCTUIDAE	72	55	64
NOCTUINIDAE	7	0	0
NYMPHALIDAE	2	0	1
OTITIDAE	8	1	2
OXITENIDAE	0	2	0
OXYOPIDAE	0	0	2
PENTATOMIDAE	2	0	0

PHOLOEOTHRIPIIDAE	0	2	2
PHORIDAE	1	1	0
PLATYSTOMATIDAE	0	1	0
PSEUDOMYRMECINAE	55	37	38
PSILIDAE	1	0	0
PSYCHIDAE	0	0	4
PYRALIDAE	1	4	2
PYRRHOCORIDAE	0	5	0
REDUVIIDAE	50	0	0
RHYPAROCHROMIDAE	1	0	0
SALTICIDAE	5	6	3
SCATOPSIDAE	0	2	0
SCIARIDAE	3	48	3
SELENOPIIDAE	0	1	0
SPARASSIDAE	1	0	1
STAPHYLINIDAE	1	0	0
TACHINIDAE	0	1	0

TEPHRITIDAE	0	1	0
TETRAGNATIDAE	0	0	2
TETTIGONIIDAE	0	3	0
THERIDIIDAE	0	2	10
THOMISIDAE	16	2	9
VESPIDAE	6	22	3

Tabla 4.

Riqueza y diversidad de Shannon por familias y gremios tróficos en tres coberturas de BS-

T

Cobertura	Número de familias	Diversidad de Shannon por familia	Numero de gremios	Diversidad de Shannon por gremio trófico
BC	52	2.781	7	1.095
PAP	55	3.089	9	1.213
VSA	50	2.808	6	1.256

Tabla.5

Diversidad de Shannon por gremios tróficos por cobertura

<hr/>			
GREMIO			
TRÓFICO	BC	PAP	VSA
<hr/>			
HERVIVOROS	2.5	4	3.9
OMNIVOROS	2	1.1	1.2
COPROFAGOS	0.5	0.5	0
PARAITOIDES	1.4	2.23	1.8
POLINIZADORES	1.1	1.1	1.4
DEPREDADORES	2.8	3.94	3.7
HEMATOFAGOS	0	0.9	1.4
SAPROFAGOS	0	0.9	0
<hr/>			

Figura 1. Mapa área de estudio.

Figura 2. Tipos de herbivoría.

Figura 3. Curva de acumulación de familias. Número de familias esperadas y obtenidas por tipo de cobertura. (A) Borde de camino, (B) Vegetación secundaria alta, (C) Pastos y árboles plantados.

Figura 4. Porcentaje de herbivoría por tipo de daño por cobertura.

Figura 5. Dendogramas de índice de agrupamiento Bray Curtis. A) Dendograma para familias. B) Dendograma para gremios tróficos.

Figura 5. Porcentajes de gremios tróficos presentes por cobertura. (A) Borde de camino, (B) Vegetación secundaria alta, (C) Pastos y árboles plantados.

Figura1. Mapa área de estudio.

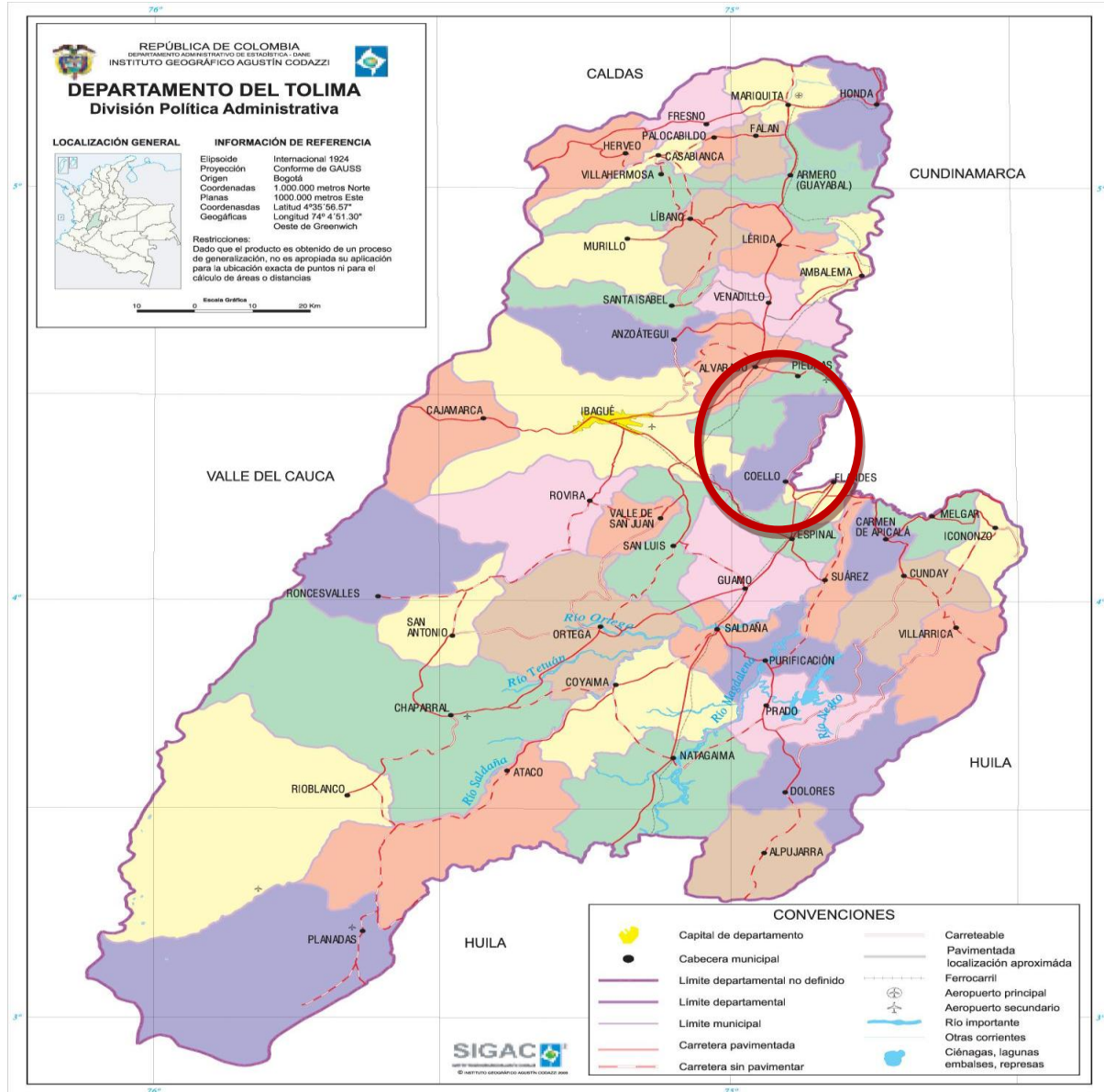


Figura 2. Tipos de herbivoría.

TIPOS DE HERBIVORIA



Figura 3. Curva de acumulación de familias. Número de familias esperadas y obtenidas por tipo de cobertura. (A) Borde de camino, (B) Vegetación secundaria alta, (C) Pastos y árboles plantados.

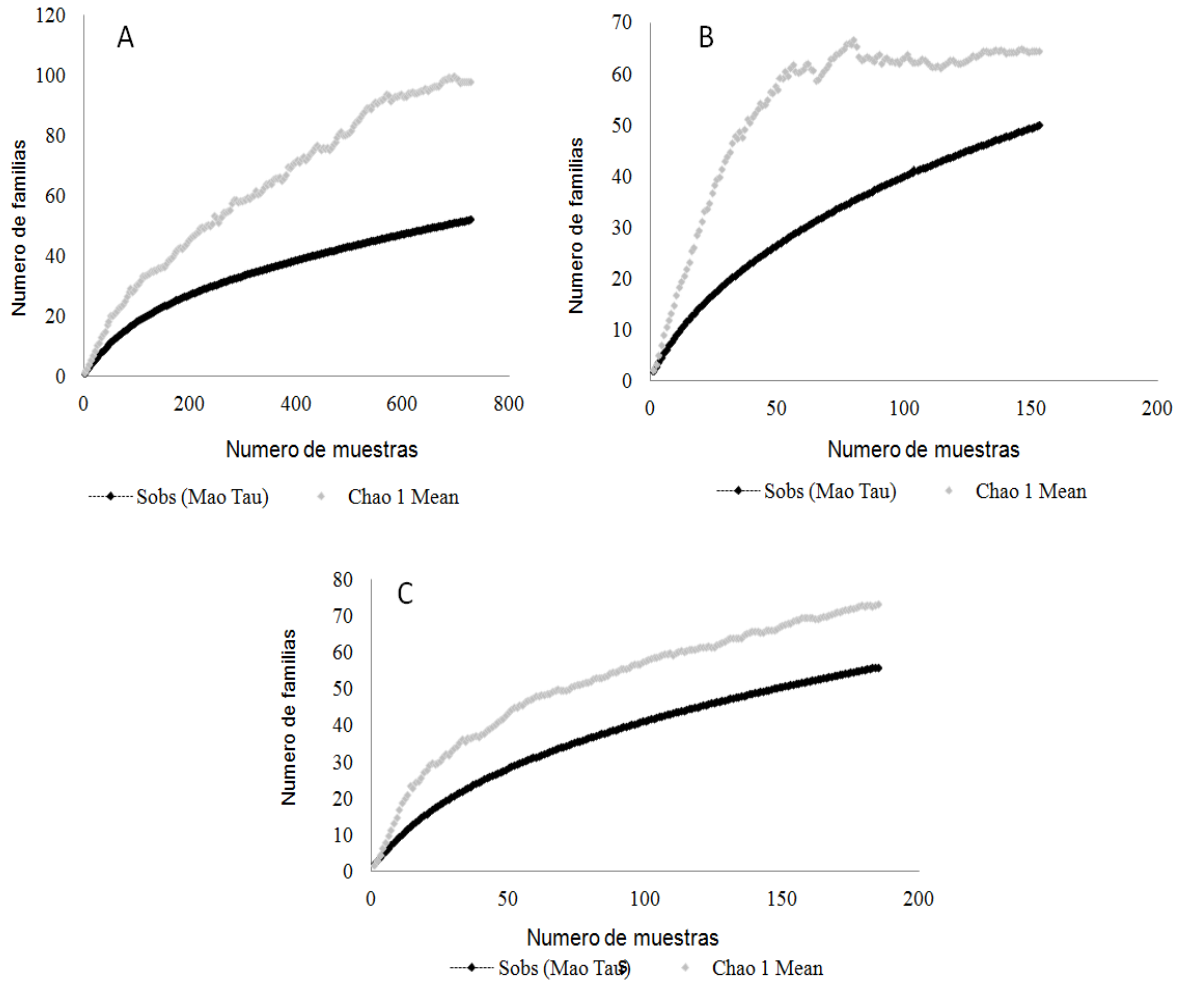


Figura 4. Porcentaje de herbivoría por tipo de daño por cobertura. Borde de camino (BC), pastos y árboles plantados (PAP) y vegetación secundaria alta (VSA)

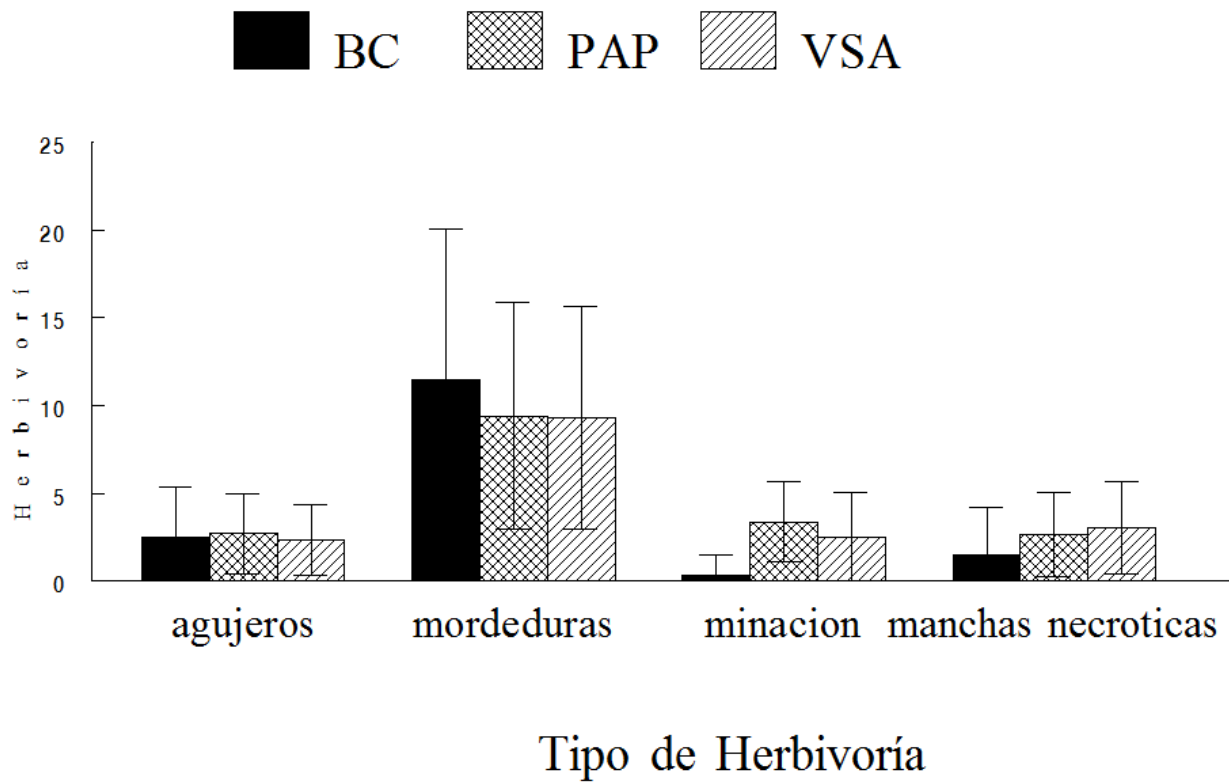
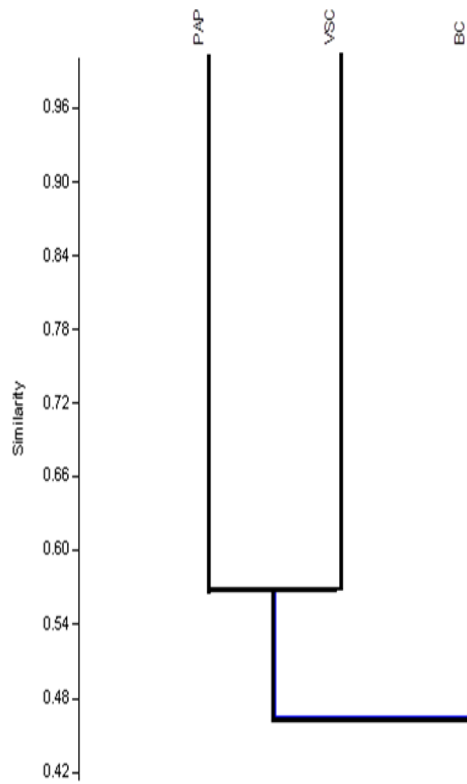


Figura 5. Dendogramas de índice de agrupamiento Bray Curtis. A) Dendograma para familias. B) Dendograma para gremios tróficos.

A



B

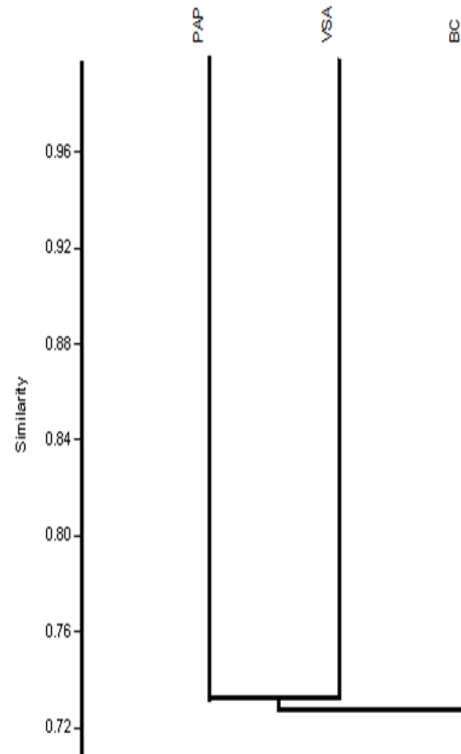
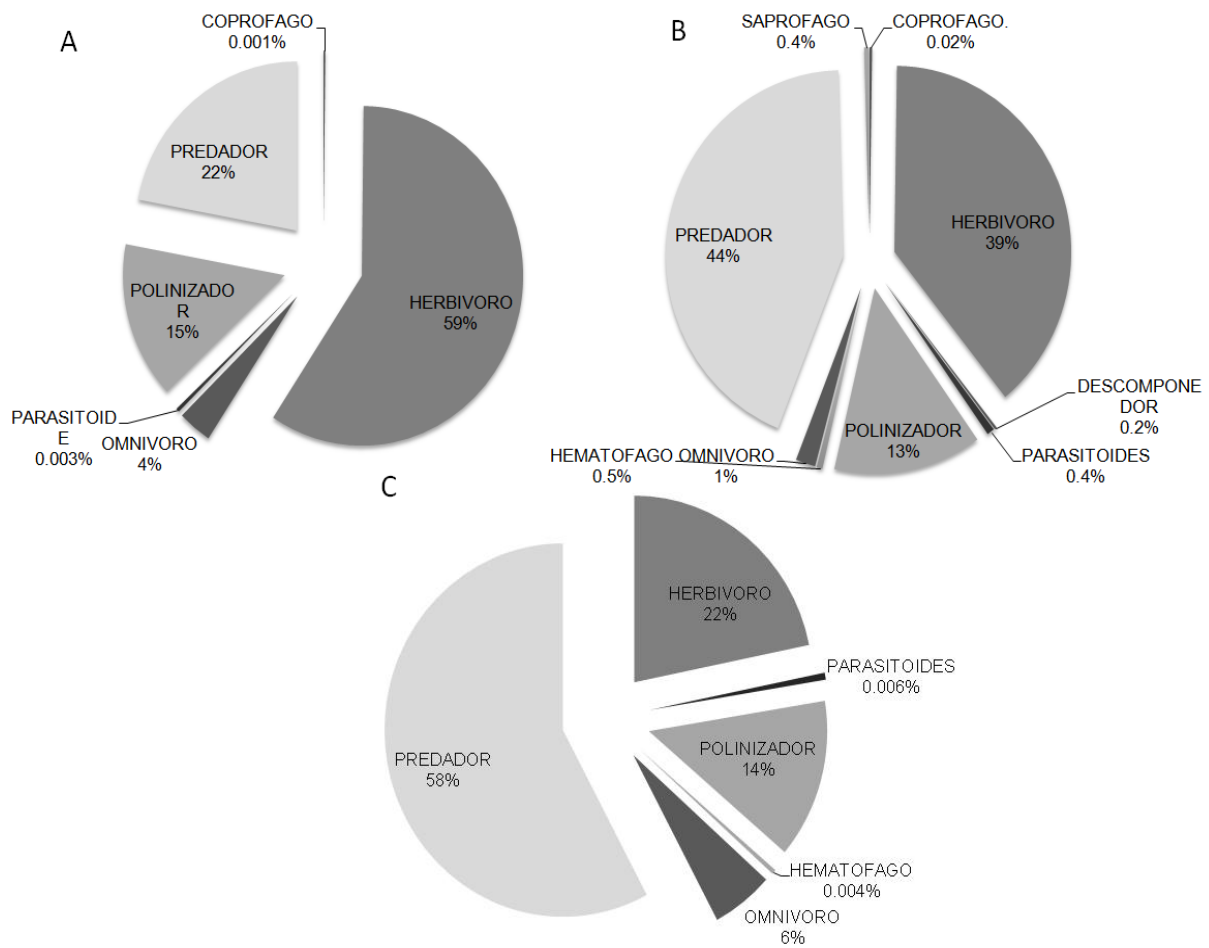


Figura 6. Porcentajes de gremios tróficos presentes por cobertura. (A) Borde de camino, (B) Vegetación secundaria alta, (C) Pastos y árboles plantados.



2) ANEXOS

INTERACCIONES INSECTO-PLANTA EN BOSQUE SECO TROPICAL BAJO TRES COBERTURAS CON DIFERENTE PERTURBACIÓN: COELLO, TOLIMA, COLOMBIA

a) Problema de investigación:

El cambio en el uso de la tierra como consecuencia de las actividades humanas ha generado numerosas consecuencias ambientales, entre las cuales encontramos degradación, fragmentación y pérdida de hábitats silvestres, entre otros (Valladares & Cagnolo 2011). En Colombia el Bosque Seco Tropical (Bs-T) es uno de los tres ecosistemas más fragmentados y amenazados, debido a la alta fertilidad de sus suelos, por lo que ha sido el punto de desarrollo de poblaciones humanas y objeto de una intensa transformación (IAVH 1999).

La fragmentación y la generación de coberturas antrópicas modifica el funcionamiento y estructura de los ecosistemas, lo que se ve reflejado en la disminución de especies, cambios en las interacciones entre éstas, y disminución en la diversidad de los fragmentos remanentes (Armbrecht *et al* 2013, Sharon 2009). Ejemplo de esto, son los cambios en la estructura y composición de las redes e interacciones tróficas en las comunidades de artrópodos herbívoros, cuando su hábitat natural es afectado por la fragmentación y pérdida del hábitat (Valladares & Cagnolo 2011).

Por otra parte, las comunidades de artrópodos herbívoros en un hospedero dependen del escenario, es decir el tipo de cobertura, donde se encuentre ubicada la planta, ya que la cantidad de insectos defoliadores que la atacan puede variar en su composición y abundancia, dependiendo si la planta se encuentra rodeada por conespecíficos o si está inmersa en una comunidad más heterogénea (Poiani & Fuentes 1985).

b) Justificación

El Bs-T es uno de los tres ecosistemas más fragmentados y amenazados en Colombia (IAVH 1999). La mayoría de los estudios realizados en país sobre este ecosistema analiza el efecto de la transformación del paisaje sobre las variaciones microclimáticas, demografía y supervivencia de las poblaciones, grado de amenaza y vulnerabilidad de las especies en los remanentes de bosque (Armbrecht & Chacón 2013, Escobar 1994, IAVH 1999, Mendoza 2002, Mitchell *et al* 2013, Ulloa-Chacón 1999). Sin embargo han sido muy pocos los estudios que analizan cómo es afectada la estructura, composición e interacciones tróficas en las comunidades en dichos remanentes (Shanon 2009). Por lo cual el analizar y entender a una escala de comunidad cómo ha sido el efecto de las transformaciones del paisaje sobre la biodiversidad y sus interacciones permitiría complementar las estrategias de conservación implementadas teniendo en cuenta la transformación de las interacciones por cambios en las especies que las constituyen (Moreno 2002).

c) Preguntas de investigación

Pregunta general

¿Cómo varía la composición, la herbivoría y los gremios tróficos de las comunidades de artrópodos y sus enemigos naturales, en *Pseudosamanea guachapele* dependiendo de la cobertura donde se encuentra ubicada la planta?

Preguntas específicas:

¿Cuáles son las diferencias en la composición y diversidad de artrópodos asociados a *Pseudosamanea guachapele* en Bosque Seco Tropical?

¿Cuáles son los tipos de herbivoría y como varían según la cobertura en que se encuentra la planta hospedera?

¿Cuáles son los cambios que tienen los diferentes tipos de cobertura sobre los grupos tróficos en *Pseudosamanea guachapele* en bosque seco?

d) Objetivos

Objetivo general

Determinar cambios en la herbivoría, la composición y los gremios tróficos de las comunidades de insectos herbívoros y sus enemigos naturales, en *Pseudosamanea guachapele* dependiendo de la cobertura donde se encuentra ubicada la planta.

Objetivos específicos:

Establecer los tipos de herbivoría y su variación según el tipo de cobertura en que se encuentra la planta.

Determinar el efecto que tienen los tipos de cobertura sobre los gremios tróficos en *Pseudosamanea guachapele* en Bosque Seco Tropical.

Establecer las diferencias en la composición y diversidad de insectos herbívoros y sus enemigos naturales, asociados *Pseudosamanea guachapele* en Bosque Seco Tropical.

f) Antecedentes

González *et al* (2014) Estudiaron los efectos de la fragmentación, pérdida de hábitat y efecto borde sobre las comunidades de artrópodos (herbívoros, parasitoides y depredadores) en doce fragmentos de diferente tamaño en el bosque seco Chaqueño Argentino, donde encontró una relación directa entre la riqueza de familias y el área del fragmento, dado que a medida que el área del fragmento disminuye la riqueza también. Los herbívoros fueron más ricos en los bordes de los fragmentos mientras que parasitoides y depredadores fueron más ricos en el interior de los fragmentos.

Vásquez *et al* (2007) estudiaron el efecto de la fragmentación sobre la herbivoría en la especie *Aristotelia chilensis* en el bosque de Maulino en Chile central, en donde comparó las tasas de herbivoría foliar de la especie en dos escenarios, el primero dentro de un continuo de cobertura boscosa y el segundo en fragmentos de bosque en donde encontró que los cambios de la herbivoría provocados por la fragmentación provocó alteraciones en la supervivencia y crecimiento de la planta, las tasas de herbivoría aumentan en los fragmentos de bosque, hay mayor abundancia de insectos en el bosque continuo que en los fragmentos, y finalmente concluye que las diferencias de las tasas de herbivoría en el bosque continuo y en los fragmentos de bosque no es significativa por lo tanto la disminución la herbivoría en los fragmentos de bosque no representa una ventaja para las plantas.

Valladares y Cagnolo (2011) estudian el efecto de la fragmentación sobre las redes tróficas en el bosque Chaqueño Argentino, donde su estudio enfatiza en sistema tritróficos planta, herbívoro y parasitoide. Encuentran que las redes tróficas fueron afectadas por la reducción del hábitat, dado que se encontró un escenario en el cual: la erosión fue favorecida (reducción de las especies raras y sus relaciones) al igual que la retracción o reducciones de las interacciones tróficas, no se encontró división (extinción local de especies) ni cambios en la conectividad de las redes tróficas.

Álvarez (2009) estudia el efecto de borde sobre la herbívora en un bosque de roble en el departamento de Boyacá Colombia, encontró que la herbívora cambia según la distancia del borde siendo más alta cerca a los bordes, hay una asociación negativa entre el tamaño de la hoja y el porcentaje de herbivoría ya que a menor tamaño de la hoja mayor porcentaje de herbivoría hay, la riqueza de los órdenes de insectos es mayor en los bordes, y los tipos de daños encontrados fueron masticación (mordeduras, manchas necróticas y agujeros), minación y hongos como los tipos de herbivoría.

Giraldo y Ramírez (2009) evaluaron los niveles de herbivoría para el género *Miconia* en tres tipos de coberturas vegetales alto andinas en Colombia (Bosque natural mixto, Bosque natural robleal y Bosque plantado) y el efecto que la concentración de macro elementos y composición florística podría tener sobre los mismos. Se encontró que los niveles de herbivoría presentes en las tres coberturas, no presentaron diferencias significativas entre individuos ni entre niveles de copa dentro de un mismo individuo; estos resultados coinciden a excepción del calcio, con la ausencia de diferencias en el contenido de nutrientes presentes en las hojas colectadas por

cobertura y nivel de copa; además, la distancia florística es relativamente baja en el área de estudio, por lo que los herbívoros asociados al género pueden encontrarse en las tres coberturas.

Estudios de Kim *et al* (2013) y Massad *et al* (2013) Atraves de una revisión de literatura de herbivoría en plantaciones, bosques nativos y de explotación forestal, muestran que las plántulas que han sido sembradas en nuevos ambientes son propensas al ataque por parte de los herbívoros, y que estos ataques pueden ser devastadores para las plántulas dado que estas no han desarrollado las estrategias para defenderse de la herbivoría. Por otra parte Poch, y Simonetti (2013) en sus meta-análisis de herbivoría en sistemas agroforestales demuestran que la herbivoría en los sistemas agroforestales está regulada por los niveles altos de las cadenas tróficas especialmente las aves, ya que en estos cultivos hay baja densidad de vegetación y para las aves es más fácil atacar a los artrópodos herbívoros presentes en las plantas.

En Colombia han sido pocos los estudios realizados sobre interacciones tróficas y herbivoría en Bosque Seco Tropical. Específicamente estos estudios se han realizado en el Bosque seco tropical del Valle del Cauca por la Universidad del Valle.

Ulloa – Chacón *et al* (2007) estudiaron las asociaciones planta -hormiga y planta-homóptero-hormiga presentes en el sotobosque de nueve relictos de bosque seco del Valle del Cauca, donde encontraron 352 interacciones que involucran 91 especies vegetales, hormigas de 67 especies y homópteros pertenecientes a nueve familias. Donde el 47 por ciento de las asociaciones registradas implica el uso por parte de las hormigas de diferentes estructuras de las plantas como refugios temporales o sitios de anidamiento. El restante 53 por ciento involucra la recolección de miel de homópteros y de sustancias azucaradas en diferentes. Entre las relaciones observadas, predominan las de tipo generalista, en que las hormigas explotan diferentes recursos aparentemente en forma oportunista y las plantas pueden encontrarse en buen estado a pesar de la ausencia de las hormigas.

g) Marco teórico y Conceptual

TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE - Como resultado de la intervención antropogénica en los ecosistemas, los bosques han venido sufriendo procesos de fragmentación, pérdida de hábitat y cambios en su composición y estructura, generando la pérdida de biodiversidad de genes, especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes (Kim *et al* 2013).

FRAGMENTACIÓN Y PÉRDIDA DE HÁBITAT- La fragmentación se define como la transformación de grandes áreas de los ecosistemas naturales en cualquier escala, en donde de la cobertura inicial es quebrada en diferentes piezas, generando consecuencias negativas sobre la biota nativa (Armbrecht *et al* 2013, Kim *et al* 2013). Adicionalmente es el resultado de un proceso específico de conversión del paisaje que en algunas ocasiones puede o no afectar la cantidad de hábitat por diferentes tipos conversión: contracción, bisección, fragmentación y

perforación en donde e las dos últimas aun encontramos continuo de la cobertura y hábitat original (Sharon 2009).

La pérdida de hábitat sucede cuando la cobertura original del paisaje es convertida de su estado original a otra cobertura con un uso difiere al original (Sharon 2009). La cobertura natural no desaparece del todo y da paso al desarrollo de otras actividades dejando un remanente de la cobertura natural que existía antes de la intervención (Sharon 2009).

El resultado de estos dos procesos es una cobertura diferente a la inicial que genera cambios en la composición y estructura de los ecosistemas remanentes, en donde las interacciones entre las especies también son afectadas (Armbrecht *et al* 2013, Sharon 2009, Valladares & Cagnolo 2011).

El efecto borde es definido como una zona de transición de ecosistemas adyacentes o como cambien en la distribución de una variable dada que ocurre una transición de hábitats, en cual se reconocen dos efectos, el primero efecto de matriz que consiste en establecer si las variables se comportan igual en el borde que en los ecosistemas adyacentes; y segundo el efecto ecotono El efecto de ecotono comprende toda la variedad de respuestas que potencialmente el borde puede presentar (positivas, negativas o mutuas), lo que genera que el borde pueda definirse como un hábitat diferente (Barrera 2004)

ECOLOGÍA DE COMUNIDADES Los ecosistemas poseen una configuración de distintas especies, en diversas proporciones, y que cumplen diferentes funciones. Así una comunidad se define como “una agrupación de especies que persisten en un espacio y tiempo” en donde el foco principal de estudio es la distribución de estas agrupaciones y las interacciones que hay entre ellas (Begon *et al* 1999).

INTERACCIONES TRÓFICAS Las especies interactúan directamente con otras especies a través del consumo de recursos, competencia o interacciones mutualistas (Schimtz 2009). En donde las interacciones tróficas son resultado de: el uso de un organismo como fuente de alimento, las técnicas de obtención del alimento, las estrategias de defensa, la influencia de la alimentación sobre el tamaño de la población y el efecto de evolución o efecto selectivo de las especies (Brewer 1988).

GREMIO TRÓFICO Son agrupaciones de especies que comparten similitudes ecológicas, filogenéticas o en la utilización de recursos ambientales. Los gremios tróficos no tienen en cuenta la posición taxonómica. Son subunidades estructurales o temporales de las comunidades, y explota los recursos de la misma forma (Blondel 2003).

SISTEMA TRITRÓFICO Usual mente las relaciones planta animal son estudiadas en un sistema bi-trófico, pero en la realidad las comunidades con base en plantas están conformados por tres niveles tróficos: las plantas, sus herbívoros y los enemigos naturales de los herbívoros (Prey *et a.* 2013). “En una comunidad biológica, las especies están interconectadas directa o indirectamente por medio de interacciones entre los consumidores y los productores” (Ruiz 2012). En donde los

efectos de los predadores sobre los herbívoros generan una reducción de la herbívora foliar, (Ruiz 2012).

En el desarrollo de la teoría tritrófica se encuentran tres diferentes postulaciones teóricas: la primera desarrollada por Feeny (1975) y Rhoades y Cate (1976) que es basada en la defensa química por parte de la planta en donde como primer escenario encontramos que los herbívoros que han coevolucionado con las plantas, aparte de generar tolerancia a las toxinas de defensa producidas por éstas, contienen la toxina que se convierte en un mecanismo de defensa en contra de sus enemigos naturales. Por otra, se encuentran el desarrollo de toxinas como mecanismo de defensa genera la especialización de un grupo de herbívoros que son capaces de asimilar la toxina, lo cual produce repercusiones directas en estos: Los herbívoros que no son capaces de asimilar la toxina poseerían mayor vulnerabilidad a la predación, y disminuirían las tasa de desarrollo por el difícil acceso a los recursos para los herbívoros no tóxicos (Prey *et al* 2013). En segunda instancia esta la teoría basada en la dinámica de poblaciones y sus enemigos naturales que es postulada por Southwood y Comins (1976) que dice que los enemigos naturales de los herbívoros son los que controlan la abundancia de estos en las plantas, lo que es basado en las teorías de control biológico (Prey *et al* 2013).

HERBÍVORÍA: La herbivoría es una de las interacciones ecológicas más comunes, en donde un organismo consume las plantas (Heredia *et al* 2102). Los herbívoros son animales que viven únicamente de material vegetal. Son taxonómica y ecológicamente diversos y van desde organismos unicelulares hasta grandes mamíferos, en donde los insectos y mamíferos son los más estudiados y conocidos (Morris 2009). Los herbívoros pueden comer diferentes tipos de tejido vegetal vivo y se caracterizan por el tipo de material que consumen, por lo cual encontramos los que se alimentan: de hojas (Florívoros que son los más comunes), frutas (Frugívoros), polen, flores, y semillas (Morris 2009). Se encuentran cuatro tipos de herbivoría que en Álvarez (2009) define como 1) agujeros: son perforaciones o aperturas dentro de la hoja, 2) minación: galerías al interior de la hoja, hechos por minadores, insectos que excavan en el tejido interno sin causar rupturas o agujeros externos en las hojas, 3) masticación: daños en el margen de la hoja resultado de la masticación de insectos, 4) manchas necróticas o cicatrices: ocasionado por el ataque de orugas u otros insectos que muerden superficialmente el tejido de la hoja.

Esta interacción tiene características en común con todas las interacciones de los consumidores de recursos pero presenta significativas diferencias con estas, ya que no necesariamente las plantas mueren cuando han sido consumidas por los herbívoros (Morris 2009). Esta relación puede afectar el crecimiento y reproducción de las plantas, debido a que los “herbívoros remueven parte del tejido foliar de una planta reducen el área fotosintética y por consecuencia la capacidad de sintetizar glúcidos, adicionalmente produce una pérdida de reservas de nutrientes y carbono almacenadas en las hojas”. (Heredia *et al* 2102, Massad *et al* 2013).

DEPREDACIÓN- La depredación es el consumo de un organismo (presa), por parte de otro organismo (depredador), estando la presa viva cuando el depredador la busca por primera vez. Los depredadores se clasifican según su funcionalidad: depredadores verdaderos que son los que

“matan a otro organismo de modo más o menos”, ramoneadores son los que consumen una parte de la presa y raramente la matan, (Begon *et al* 1999).

PARASITISMO- Parasitoides y parásitos son aquellos que obtienen sus nutrientes de uno o más huéspedes causándoles daño pero no una muerte inmediata (Begon *et al* 1999). Los parásitos utilizan los organismos vivos como habita, un hábitat que tiene la capacidad de crecer, tiene capacidad de reaccionar dado que puede responder a la presencia del parasito, y en el caso de que el huésped sea un animal, el movimiento de este puede generar transmisión de un huésped a otro (Begon *et al* 1999).

EFFECTO DE LA FRAGMENTACIÓN SOBRE LAS INTERACCIONES DE LAS ESPECIES- Shanon (2009) afirma que la fragmentación y pérdida de hábitat genera cambios críticos en las rutas de dispersión, cambios en las redes tróficas y dificulta las interacciones entre las especies, en donde estas interacciones se pueden convertir en más fáciles o complejas para las especies, pero usualmente las interacciones se convierten en más generales y sencillas, en donde la función de las especies en el ecosistema es reducida (Shanon 2009).

La herbivoría es una de esas interacciones en donde la fragmentación y pérdida de hábitat podría cambiar la composición, abundancia y distribución de insectos herbívoros, y por lo tanto alterar las tasas de herbivoría (Vásquez *et al* 2000). Los cambios en la herbivoría podrían generar cambios en la reproducción, crecimiento y supervivencia de la vegetación; cambios en la producción y condición física de las semillas que repercuten en la abundancia y composición de las plántulas (Vásquez *et al* 2000). La disminución del tamaño de las hojas incide en la capacidad fotosintética por lo cual modifica el crecimiento de las plántulas, la capacidad de obtención de energía y nutrientes, la disminución del tamaño de la hoja también incide en el aumento de las posibilidades de obtención de enfermedades patógenas (Vásquez *et al* 2000).

DIAGRAMA CONCEPTUAL

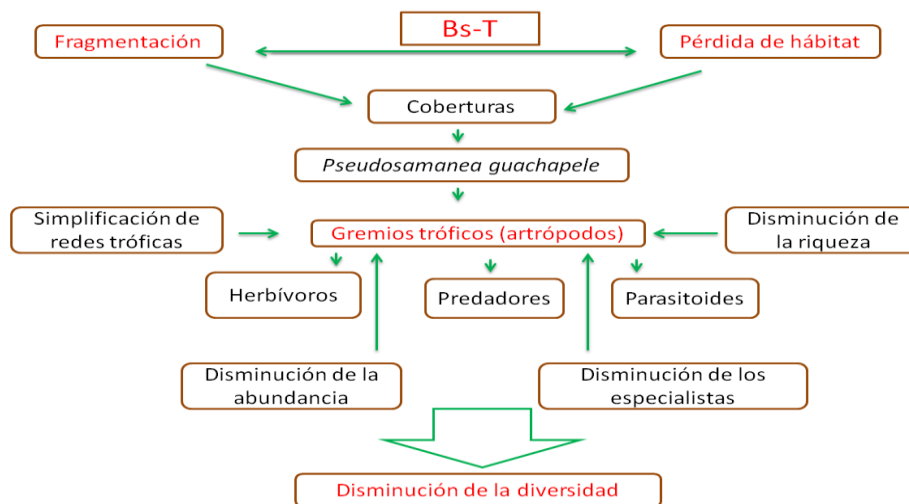


Figura 1. Diagrama conceptual.

DIAGRAMA METODOLOGICO

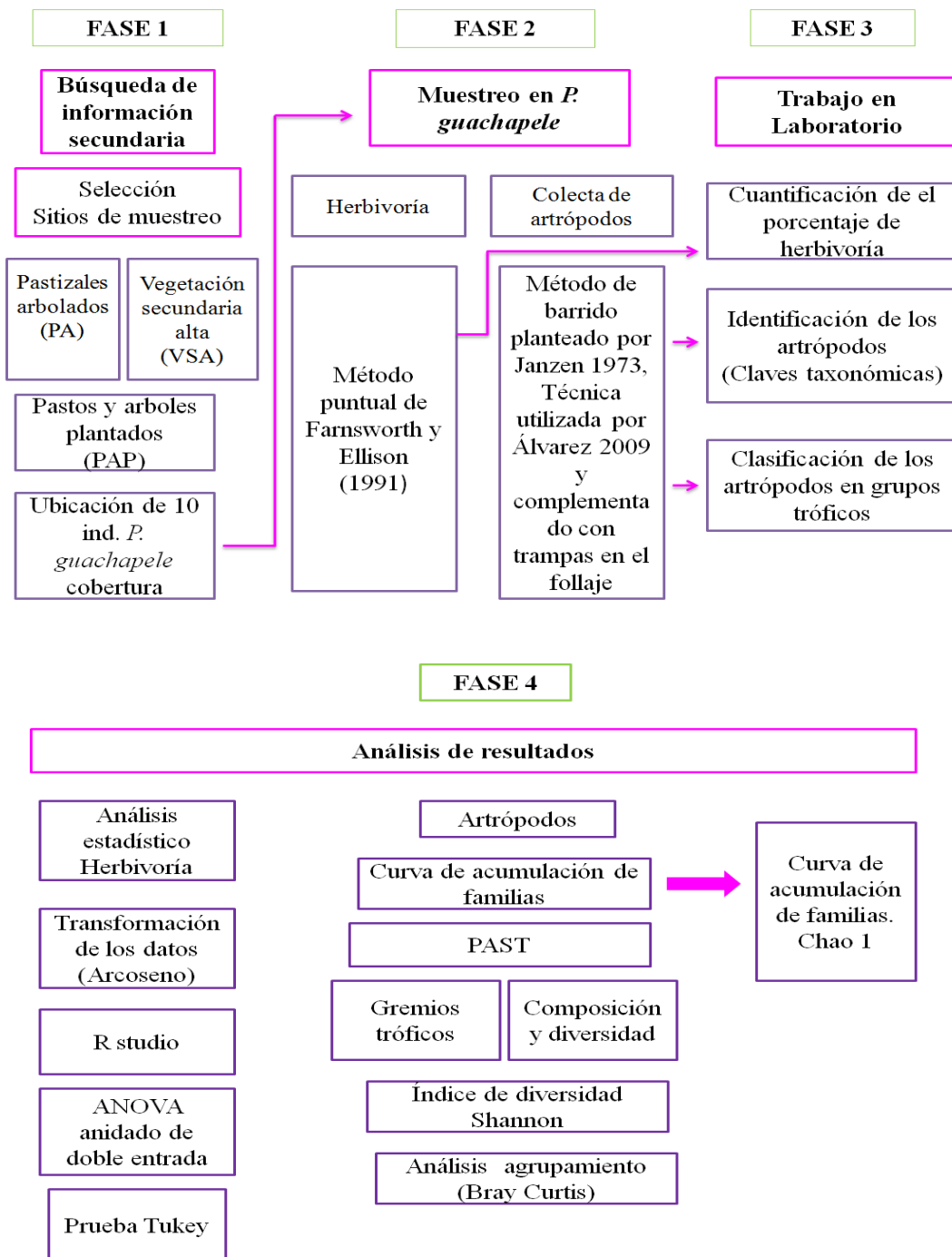


Figura 2. Diagrama de procedimiento.

h) Conclusiones Complementarias

En el sector de BST estudiado los procesos de transformación de la cobertura por acción antrópica modifican y alteran la composición y diversidad de las comunidades de insectos herbívoros y sus enemigos naturales.

Específicamente la herbivoría varía según el grado de perturbación de la cobertura, en donde la cobertura con mayor grado de perturbación presenta un mayor porcentaje de herbivoría.

Al igual que en otros estudios hay un efecto de cascada en donde la perturbación afecta los niveles superiores de la cadena trófica, en este caso disminuye los predadores, lo que genera un aumento de los herbívoros y a su vez se genera un aumento de la herbivoría. Lo contrario sucede en los lugares con menor grado de intervención donde hay un aumento de los predadores, lo que genera una disminución de los herbívoros y a su vez disminuye la herbivoría.

El bajo índice de diversidad y la presencia de familias generalistas, en las tres coberturas nos indica que al igual que en otros estudios, la transformación del paisaje genera una disminución de la diversidad en los ecosistemas que presentan mayor grado de transformación.

i) Recomendaciones

Es importante determinar cuáles son los factores que causan la disminución de los predadores y parasitoides en los ecosistemas que mayor grado de perturbación presentan.

Al igual el conocer como es el comportamiento de la herbivoría y de las comunidades de artrópodos en otras especies de leguminosas en el Bosque Seco Tropical.

Debido a los datos de riqueza y diversidad encontrados en el presente estudio, en donde los sistemas silvopastoriles presentan el mayor índice de diversidad, se recomienda seguir implementando en la zona este tipo de sistemas como herramientas para la conservación de la biodiversidad.

j) Referencias Bibliográficas:

ÁLVAREZ, I., 2009. *Efecto de borde y herbivoría en un fragmento de bosque de roble (Quercus humboldtii*. Pontificia Universidad Javeriana.

- AMBERCH, I., 2013. Comparación de mirmecofauna en fragmentos boscosos del valle del geográfico del río Cauca. *Biotropica*. 31: 1–14. así deben ir todas
- ANDRADE, AND AMARRILLO-SUAREZ., 1996. Clave sinóptica para familias y subfamilias de mariposas y polillas colombianas. In *fiscas y naturales Academia Colombiana de ciencias exactas (Ed.)*, *Insectos de Colombia, estudios escogidos* (Andrade; G., pp. 117–148). Bogotá.
- ARMBRECHT, AND CHACON., 2013. Rareza y Diversidad de Hormigas en Fragmentos de Bosque Seco Colombianos y sus Matrices 1. *Biotropica*, 31: 646–653.
- BARRERA., 2004. Estructura y función en bordes de bosques. *Ecosistemas* 13 : 67-77.
- BEGON, M., HARPER, J., AND TOWNSEND, C., 1995. *Ecología: poblaciones, comunidades y ecosistemas*. Omega. Barcelona.
- BLANCO, E., AND SALAS, G., 2007. Aractinos. Guía de campo. Una introducción al estudio de arañas, escorpiones y garrapatas (p. 116). Bogotá: *Especies de Colombia*.
- BLONDEL, J., 2003. Guilds or functional groups: does it matter?. *OIKOS* 100: 223–231.
- BORROR, D., AND WHITE, R., 1970. *A field guide to insects. America north of Mexico* (pp. 1–372). New York: Houghton Mifflin.
- BREWER, R., 1988. *The Science of ecology*. (E. Murphy, Ed.) (pp. 209–2014). Orlando: Saunders college publishing.
- CLAVIJO, H., AND AMARRILLO-SUAREZ., 2013. Variación taxonómica y funcional en la artropofauna asociada a comunidades vegetales en humedales alto andinos (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 39: 155–163.
- ESCOBAR., 1994. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia*, 19: 419–430.
- FARNSWORTH, E., AND ELLISON, A., 1991. Patterns of herbivory in belizean mangrove swamps. *Biotropica*, 23: 555–567.
- FERNANDEZ, F., AND SHARKEY, K., (Ed). 2006. *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* (p. 894). Bogotá: *Sociedad Colombiana de entomología y Universidad Nacional de Colombia*.

- FEENY, P. 1975., Biochemical coevolution between plants and their insect herbivores. In *Coevolution of Animals and Plants*, ed. L. E. Gilbert, P. H. Raven, pp. 3-19. Austin: Univ. Texas Press.
- GIRALDO V. AND RAMÍREZ J. 2009. Niveles de herbivoría para el género *Miconia* en tres tipos de coberturas vegetales alto andinas en Colombia. *Kurú: Revista Forestal (Costa Rica)* 6:16.
- GONZÁLEZ ,E., SALVO, A AND VALLADARES, G., 2014. Arthropods on plants in a fragmented Neotropical dry forest: a functional analysis of area loss and edge effects. *the Insect Science*. 10.1111/1744-7917.12107.
- HAMMER, Ø. AND HARPER, D.A.T., 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell.
- HEREDIA ,H., RUIZ, P., 2011. Evaluación de daños causados por insectos herbívoros en tres estadios de sucesión secundaria de Bosque Tropical Seco en el Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste , Costa Rica, 1–16.
- IAVH., 1998. El bosque seco tropical (bs-t) en Colombia. *Programa de inventario de la biodiversidad grupo de exploraciones y monitoreo ambiental gema*. Retrieved from <http://www.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/doc3.pdf>
- JANZEN., 1973. Sweep samples of tropical foliage insects: description of study sites, with data on species abundances and size distributions. *Ecological Society of America*, 54: 659–686. Retrieved from
- KIM, E., SONG, W., AND LEE, D., 2013. A multi-scale metrics approach to forest fragmentation for Strategic Environmental Impact Assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 42: 31–38.
- MAGURRAN, A., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press, (p. 179). New Jersey.
- MASSAD, T., BALCH, K., DAVIDSON, A, BRANDO, P. AND MEWS, C., 2013. Interactions between repeated fire, nutrients, and insect herbivores affect the recovery of diversity in the southern Amazon. *Oecologia*, 172 :219–29. doi:10.1007/s00442-012-2482-x
- MENDOZA, C, AND IAVH., 1998. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena. *Caldasia*, 21: 70–94.

- MITCHELL, T., MATTHEW, L., GRAU, H., LOPEZ-CARR, D., LEVY, M., REDO, D., MUÑOZ, M., 2013. Deforestation and Reforestation of Latin America and the Caribbean (2001 – 2010). *Biotropica*, 45, 262–271
- MORENO., 2001. Manuales y Tesis SEA Vol1. Métodos para medir la biodiversidad. (CYTED, UNESCO, & ORCYT, Eds.) (p. 26,34,46). Zaragoza (España).
- MORRIS, R., 2009. Interactions between plants and herbivores. In S. Levin (Ed.), *The princeton guide to ECOLOGY* (pp. 227–232). Reino Unido: Princeton reference.
- POIANI, A., AND FUENTES, E., 1985. Efecto de los insectos defoliadores sobre manchones de matorral : casos mono y multiespecíficos. *Revista Chilena de Historia Natural*, 58: 47–56.
- SHARON., 2009. Ecology of fragmented landscapes (p. 3,4,5,142,143.). Baltimore: British Library.
- SOUTHWOOD, T., 1975. The dynamics of insect populations. In *Insects, Science, and Society*, ed. D. Pimentel, pp. 151-99. NY: Academic.
- R (R Core Team ,2014).
- RHOADES, D., AND CATES, R., 1976. Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. *Rec. Adv. Phytochem.* 10:168-213
- RUIZ, J., 2012. Efectos de la herbivoría foliar en el crecimiento y mortalidad de plántulas de *Vochysia ferruginea* (Vochysiaceae) en un bosque en regeneración, (91), 76–90. Retrieved from <http://revistasnicaragua.net.ni/index.php/encuentro/article/view/213/212>
- ULLOA-CHACON, P., 1999. Rareza y Diversidad de Hormigas en Fragmentos de Bosque Seco Colombianos y sus Matrices. *Biotropica*, 31: 646–653 Schmitz, O. (2009). The structure and stability of food web. In S. Levin (Ed.), *The princeton guide to ECOLOGY* (p. 289). Reino Unido: Princeton reference
- ULLOA-CHACON, P., ARMBRECHT, I., AND RAMIREZ, M., 2007. Contribución al conocimiento de las interacciones plantas, hormigas y homópteros en bosques secos de Colombia. *Caldasia*. 23: 523-536.
- VALLADARES, G., AND CAGNOLO, L., 2011. Fragmentación del hábitat y desensamble de redes tróficas. *Revista Científica Y Técnica de Ecología Y Medio Ambiente*, 20, 68–78.

VÁSQUEZ, P., GREZ, A., BUSTAMANTE, R. AND SIMONETTI, J., 2007. Herbivory, foliar survival and shoot growth in fragmented populations of *Aristotelia chilensis*. *Acta Oecologica*, 31: 48–53. doi:10.1016/j.actao.2006.03.006

WHITE, E . 1983. A field guide to the beetles (pp. 53–337). Boston: Houghton Mifflin company.

3. LINEAMIENTOS DE PUBLICACIÓN EXIGIDOS POR LA REVISTA.

BIOTROPICA – JOURNAL OF THE ASSOCIATION FOR TROPICAL BIOLOGY AND
CONSERVATION
CHECKLIST FOR PREPARATION OF MANUSCRIPTS AND ILLUSTRATIONS (updated
February 2010)

GENERAL INSTRUCTIONS

1. Publication must be in English, but second abstract in other languages (such as Spanish, French, Portuguese, Hindi, Arabic, Chinese etc.) may be published as online Supporting Information. BIOTROPICA offers assistance in editing manuscripts if this is required (see English Editorial Assistance below). Second abstracts will **not** be copy-edited and the author(s) must take full responsibility for content and quality.
2. Manuscripts may be submitted in the following categories, based on these suggested word limits:
 3. Paper (up to 5000 words)
 4. Insights (up to 2000 words)
 5. Review (up to 8000 words)
 6. Commentary (up to 2000 words)
7. Word counts exclude title page, abstract(s), literature cited, tables, figures, or appendices.
8. Use 8.5" x 11" page size (letter size). Double space everything, including tables, figure legends, abstract, and literature cited.
9. Use a 1" margin on all sides. Align left. Avoid hyphens or dashes at ends of lines; do not divide a word at the end of a line.
10. Use standard 12 point type (Times New Roman).
11. Indent all but the first paragraph of each section.
12. Use italics instead of underline throughout. Italicize non-English words such as *e.g.*, *i.e.*, *et al.*, *cf.*, *ca.*, *n.b.*, *post-hoc*, and *sensu* (the exceptions being ‘vs.’ and ‘etc.’).
13. Include page number in the centre of all pages. Do use line numbering starting on each page.
14. Cite each figure and table in the text. Tables and figures must be numbered in the order in which they are cited in the text.
15. Use these abbreviations: yr (singular & plural), mo, wk, d, h, min, sec, diam, km, cm, mm, ha, kg, g, L, g/m²
16. For units, avoid use of negative numbers as superscripts: use the notation /m² rather than m⁻².
17. Write out other abbreviations the first time they are used in the text; abbreviate thereafter: "El Niño Southern Oscillation (ENSO) . . ."
18. Numbers: Write out one to ten unless a measurement (*e.g.*, four trees, 6 mm, 35 sites, 7 yr, 10 × 5 m, > 7 m, ± SE) or in combination with other numbers (*e.g.*, 5 bees and 12 wasps). Use a comma as a separator in numbers with **more than** four digits (*i.e.*, 1000, but

- 10,000); use decimal points as in 0.13; 21°C (no spaces); use dashes to indicate a set location of a given size (e.g., 1-ha plot).
19. Spell out 'percent' except when used in parentheses (20%) and for 95% CI.
 20. Statistical abbreviations: Use italics for *P*, *N*, *t*, *F*, *R*, *r*, *G*, *U*, *N*, χ^2 (italics, superscripts non-italics); but use roman for: df, SD, SE, SEM, CI, two-way ANOVA, ns
 21. Dates: 10 December 1997; Times: 0930 h, 2130 h
 22. Latitude and Longitude are expressed as: 10°34'21" N, 14°26'12" W
 23. Above sea level is expressed as: asl
 24. Regions: SE Asia, UK (no periods), but note that U.S.A. includes periods.
 25. Geographical place names should use the English spelling in the text (Zurich, Florence, Brazil), but authors may use their preferred spelling when listing their affiliation (Zürich, Firenze, Brasil).
 26. Lists in the text should follow the style: ... : (1)... ; (2)...; and (3)..., as in, "The aims of the study were to: (1) evaluate pollination success in *Medusagyne oppositifolia*; (2) quantify gene flow between populations; and (3) score seed set."
 27. Each reference cited in text must be listed in the Literature Cited section, and vice versa. Double check for consistency, spelling and details of publication, including city and country of publisher.
 28. For manuscripts ACCEPTED for publication but not yet published, cite as Yaz (in press) or (Yaz, in press). Materials already published online can be cited using the digital object identifier (doi)
 29. Literature citations in the text are as follows:
 30. One author: Yaz (1992) or (Yaz 1992)
 31. Two authors: Yaz and Ramirez (1992); (Yaz & Ramirez 1992)
 32. Three or more authors: Yaz *et al.* (1992), but include ALL authors in the literature cited section.
 33. Cite unpublished materials or papers not in press as (J. Yaz, pers. obs.) or (J. Yaz, unpubl. data). Initials and last name must be provided. 'In prep' or 'submitted' are NOT acceptable, and we encourage authors not to use 'pers. obs.' or 'unpubl. data' unless absolutely necessary. Personal communications are cited as (K. A. Liston, pers. comm.).
 34. Use commas (Yaz & Taz 1981, Ramirez 1983) to separate citations, BUT use semicolon for different types of citations (Fig. 4; Table 2) or with multiple dates per author (Yaz *et al.* 1982a, b; Taz 1990, 1991). Order references by year, then alphabetical (Azy 1980, Yaz 1980, Azy 1985).
 35. Assemble manuscripts in this order:
 - Title page
 - Abstract (s)
 - Key words
 - Text
 - Acknowledgments (spelled like this)
 - Literature cited
 - Tables
 - Appendix (when applicable)
 - Figure legends (one page)
 - Figures

36. For the review purpose, submit the entire manuscript, with Tables, Figure legends and Figures embedded at the end of the manuscript text, as a Microsoft Word for Windows document (*.doc), or equivalent for Mac or Linux. Do NOT submit papers as pdf files.

TITLE PAGE

37. (Do not number the title page)
38. Running heads two lines below top of page.
39. LRH: Yaz, Pirozki, and Peigh (may not exceed 50 characters or six author names; use *Yaz et al.*)
40. RRH: Seed Dispersal by Primates (use capitals; may not exceed 50 characters or six words)
41. Complete title, flush left, near middle of page, Bold Type and Initial Caps, usually no more than 12 words.
42. Where species names are given in the title it should be clear to general readers what type(s) of organism(s) are being referred to, either by using Family appellation or common name. For example: ‘Invasion of African Savanna Woodlands by the Jellyfish tree *Medusagyne oppositifolia*’, or ‘Invasion of African Savanna Woodlands by *Medusagyne oppositifolia* (Medusagynaceae)’
43. Titles that include a geographic locality should make sure that this is clear to the general reader. For example: ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores, Indonesia’, and NOT ‘New Species of Hummingbird Discovered on Flores’.
44. Below title, include author(s) name(s), affiliation(s), and unabbreviated complete address(es). Use superscript number(s) following author(s) name(s) to indicate current location(s) if different than above. In multi-authored papers, additional footnote superscripts may be used to indicate the corresponding author and e-mail address. **Please refer to a current issue.**
45. At the bottom of the title page every article must include: Received ____; revision accepted ____ . (BIOTROPICA will fill in dates.)

ABSTRACT PAGE

46. (Page 1)
47. Abstracts should be concise (maximum of 250 words for papers and reviews; 50 words for Insights; no abstract for Commentary). Include brief statements about the intent, materials and methods, results, and significance of findings. The abstract of Insights should emphasise the novelty and impact of the paper.
48. Do not use abbreviations in the abstract.
49. **Authors are strongly encouraged to provide a second abstract in the language relevant to the country in which the research was conducted**, and which will be published as online Supporting Information. This second abstract should be embedded in the manuscript text following the first abstract.
50. Provide up to eight key words after the abstract, separated by a semi-colon (;). Key words should be listed alphabetically. Include location, if not already mentioned in the title. See

style below. Key words should NOT repeat words used in the title. Authors should aim to provide informative key words—avoid words that are too broad or too specific.

51. *Key words*: Melastomataceae; *Miconia argentea*; seed dispersal; Panama; tropical wet forest.—Alphabetized and key words in English only.

TEXT

52. (Page 2, etc) See General Instructions above, or recent issue of BIOTROPICA (Section I).
53. No heading for Introduction. First line or phrase of Introduction should be SMALL CAPS.
54. Main headings are **METHODS**, **RESULTS**, and **DISCUSSION**: All CAPITALS and **Bold**. Flush left, one line.
55. One line space between main heading and text
56. Second level headings: SMALL CAPS, flush left, Capitalize first letter, begin sentence with em-dash, same line (*e.g.*, INVENTORY TECHNIQUE.—The ant inventory...).
57. Use no more than second level headings.
58. Do not use footnotes in this section.
59. References to figures are in the form of ‘Fig. 1’, and tables as ‘Table 1’. Reference to online Supporting Information is as ‘Fig. S1’ or ‘Table S1’.

LITERATURE CITED

60. (Continue page numbering and double spacing)
61. No ‘in prep.’ or ‘submitted’ titles are acceptable; cite only articles published or ‘in press’. ‘In press’ citations must be accepted for publication. Include journal or publisher.
62. Verify all entries against original sources, especially journal titles, accents, diacritical marks, and spelling in languages other than English.
63. Cite references in alphabetical order by first author's surname. References by a single author precede multi-authored works by the same senior author, regardless of date.
64. List works by the same author chronologically, beginning with the earliest date of publication.
65. Insert a period and space after each initial of an author's name; example: YAZ, A. B., AND B. AZY. 1980.
66. Authors Names: use SMALL CAPS.
67. **Every** reference should spell out author names as described above. BIOTROPICA no longer uses ‘em-dashes’ (—) to substitute previously mentioned authors.
68. Use journal name abbreviations (see <http://www.bioscience.org/atlas/jourabbr/list.htm>). If in doubt provide full journal name.
69. Double-space. Hanging indent of 0.5 inch.
70. Leave a space between volume and page numbers and do not include issue numbers. 27: 3–12
71. Article in books, use: AZY, B. 1982. Title of book chapter. *In* G. Yaz (Ed.). Book title, pp. 24–36. Blackwell Publications, Oxford, UK.
72. Dissertations, use: ‘PhD Dissertation’ and ‘MSc Dissertation’.

TABLES

73. (Continue page numbering)
74. Each table must start on a separate page, double-spaced. The Table number should be in Arabic numerals followed by a period. Capitalize first word of title, double space the table caption. Caption should be italicized, except for words and species names that are normally in italics.
75. Indicate footnotes by lowercase superscript letters (^a , ^b , ^c , etc.).
76. Do not use vertical lines in tables.
77. Ensure correct alignment of numbers and headings in the table (see current issues)
78. Tables must be inserted as a Word table or copy and pasted from Excel in HTML format.

FIGURE LEGENDS

79. (Continue page numbering)
80. Double-space legends. All legends on one page.
81. Type figure legends in paragraph form, starting with 'FIGURE' (uppercase) and number.
82. Do not include 'exotic symbols' (lines, dots, triangles, etc.) in figure legends; either label them in the figure or refer to them by name in the legend.
83. Label multiple plots/images within one figure as A, B, C etc, as in 'FIGURE 1. Fitness of *Medusagyne oppositifolia* as indicated by (A) seed set and (B) seed viability', making sure to include the labels in the relevant plot.

