

**Estructura y composición de la comunidad de insectos en una especie nativa (*Lupinus bogotensis*) y una invasora (*Ulex europaeus*) a la luz de Variables ecológicas: hora y temperatura en ambientes de borde de bosque y de camino.**

Comparison of the insect communities on a native species (*Lupinus bogotensis*) and an invasive species (*Ulex europaeus*) using two ecological variables: time and temperature on forest edge and road edge.

Comparación de comunidades de insectos en una planta nativa y una invasora.

Iván Andrés Díaz Concha<sup>1</sup>, Santiago Bustamante Sanint<sup>1</sup>

Número de palabras: 7713

**Resumen**

Las especies exóticas invasoras representan una alteración a nivel estructural y funcional dentro de un ecosistema y pueden tener un impacto negativo importante dentro del ecosistema donde han sido introducidas. El estudio de su efecto en el Altiplano Cundiboyacense es reciente, y en el tema de las relaciones planta-insecto los estudios son pocos. El grupo taxonómico de los insectos representa un indicador importante por su abundancia en campo, su taxonomía relativamente bien conocida y su importancia en cuanto a relaciones ecológicas dentro de un ecosistema. Mediante una comparación de las comunidades de insectos asociadas a la planta nativa *Lupinus bogotensis* y a la invasora *Ulex europaeus* se identificaron las diferencias en la actividad de los insectos en relación a las variables de hora y temperatura. Se analizaron dos ambientes diferentes para cada planta, el borde de camino y el borde del bosque y se establecieron diferencias y similitudes en la actividad de las comunidades de insectos según la hora del día y la temperatura. No se evidenciaron similitudes entre las comunidades taxonómicas que visitan cada planta ni se observó una tendencia a mayor actividad en una hora determinada. Fue comprobado que a temperaturas extremas la actividad de los insectos se reduce.

**Palabras Clave**

Bray-Curtis, estructura, composición, taxonomía, artrópodos.

Pontificia Universidad Javeriana Cra 7 No. 40-62 Facultad de Estudios Ambientales y Rurales.  
Bogotá, Colombia  
Correo Electrónico: ivan.Andres.dc@gmail.com

## **Abstract**

Invasive exotic species have a negative impact at both the structural and functional level in any given ecosystem where they have been introduced. Current studies of their effects on the Altiplano Cundiboyacense region are very few, and little has been studied on insect-plant relationships. The taxonomic group of insects is an important indicator of the functions of an ecosystem due to their abundance, their relatively well known taxonomy and their importance in ecological relationships. This study compares insect communities associated with the native plant Lupino (*Lupinus bogotensis*) and the invasive plant gorse (*Ulex europaeus*). Significant differences were identified on insect activity and this study will propose some causes. The study examines the two plants in two different environments: forest borders and trail borders. Similarities and differences were established between insect communities according to the time of day and temperature. There were no similarities between taxonomic communities visiting the plants, neither a tendency of more activity at a determinate time of day. It was corroborated that activity of insects decreases with extreme temperatures.

## **Key words**

Bray-Curtis, structure, composition, taxonomy, arthropoda.

## **Introducción**

Una especie exótica invasora es aquella especie no nativa que se establece en un ecosistema y que puede llegar a causar daños graves dentro del mismo por generar desequilibrios ecológicos entre las poblaciones de especies silvestres. Estos desequilibrios involucran cambios en la composición de especies y en la estructura trófica, desplazamiento de las especies nativas, pérdida de biodiversidad y la posible transmisión de enfermedades (Gutiérrez 2006).

Las especies exóticas invasoras son consideradas a nivel mundial como la segunda causa de extinción de especies, después de la pérdida de hábitat (Gutiérrez 2006, Maron and Vila 2007). Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, las comunidades locales de insectos se adaptan a los cambios producidos en cuanto a relaciones funcionales se refiere (Andrewartha and Birch, 1954). El retamo espinoso es considerada una de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Gutiérrez, 2006). En Colombia el retamo espinoso es una especie catalogada como exótica invasora, y actualmente ocupa grandes áreas dentro de la Sabana de Bogotá y, en general, del altiplano Cundiboyacense (Hernández & Sánchez, 1992, Van der Hammen *et. al.* 2002, Gutiérrez 2006).

Todas las especies tienen la capacidad de convertirse en invasoras si se encuentran fuera de su área de distribución natural (Glenn-Lewin & van del Maarel, 1992). Sus atributos inherentes y las características del lugar donde son introducidas pueden promover el proceso de invasión. La mayor importancia en los procesos de invasión radica en el efecto que tienen las especies introducidas sobre la biota nativa (Cronk & Fuller, 1995, Hall, 2003).

La introducción de especies exóticas ha sido un proceso asociado a la expansión humana por el mundo. Aunque el proceso de introducción de especies es relativamente reciente, sus efectos han generado una preocupación cada vez mayor en los últimos tiempos. En 2005 fue realizada una publicación denominada “Guía Técnica para la restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Especies Vegetales Invasoras en el Distrito Capital”. Se trata de un estudio centrado en las especies vegetales introducidas de retamo liso (*Teline monspessulana*) y retamo espinoso (*Ulex europaeus*) y de lineamientos para realizar una restauración de las áreas afectadas por estas plantas. En cuanto a relaciones con individuos nativos no vegetales, se dice muy poco. En 2006 el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt publicó el “Estado de Conocimiento de Especies Invasoras: Propuesta de lineamientos para el control de los impactos” donde se identificaron varias especies catalogadas como exóticas invasoras tanto animales como vegetales y se establecieron propuestas de erradicación y control de las mismas (Gutiérrez, 2006).

El retamo espinoso es considerado una de las especies de plantas invasoras más agresivas del mundo (ISSG, 1998) por producir serios impactos negativos en cuanto a pérdidas económicas relacionadas con programas de control y de biota en varios países del mundo (Ojasti, 2001, Ríos 2005). Pertenece a la familia Fabaceae y se caracteriza por ser un arbusto leñoso, espinoso y siempre verde. En el área de estudio tiene condiciones favorables para su establecimiento, alcanzando 4.5 m de altura, aunque en su lugar de origen (margen Atlántica de Europa) no sobrepasa los 2 m. Los tallos jóvenes y las espinas están cubiertos de pelos. Cada rama termina en una espina y está cubierta por hojas en forma de espina de entre 1 y 5 cm de largo (Ríos 2005).

Su sistema radical está compuesto por una raíz principal gruesa y profunda de la cual se desprenden algunas ramificaciones laterales que penetran el suelo profundamente. Este sistema de raíces permite al retamo espinoso conseguir agua y nutrientes de las capas más profundas del suelo en épocas secas. Al igual que todas las especies del género *Ulex*, posee bacterias aeróbicas capaces de fijar nitrógeno. Puede crecer bien en la mayoría de tipos de suelos, ya que tolera condiciones de acidez y pobreza en materia orgánica (Ríos 2005).

Las flores del retamo son amarillas, solitarias o en racimo y de vez en cuando, agrupadas en las puntas de las ramas. Poseen un cáliz pubescente, bilabiado, de 10-15 mm de largo. La corola tiene entre 15 y 18 mm de largo, y posee 10 estambres monadelfos. El fruto es una vaina vellosa que alberga entre 1 y 7 semillas en su interior. Según Sineiro (1974) el retamo alcanza su madurez a los 20 años.

*Lupinus bogotensis* es también una planta de la familia fabaceae, con una inflorescencia vistosa de color morado de hábito arbustivo. Sus tallos son flexibles y pubescentes; sus hojas son palmeadas, pubescentes, de color verde grisáceo en el haz y blanco en el envés. Al igual que el retamo, permanece florecida durante todo el año y alcanza algo más de 1 m de altura. Su fruto es una legumbre de unos 12 cm de largo (Dunn & Gillett, 1966, Aynouche & Bayer, 1999).

Las relaciones de las especies exóticas invasoras y herbívoros pertenecientes al grupo taxonómico de los insectos han sido estudiadas por Agrawal and Kotanen en 2003; Schroter *et al.* 2004; Agrawal *et al.* 2005; entre otros. Los resultados de estos estudios permitieron observar que las plantas introducidas eran consumidas en mayor cantidad que las plantas nativas. Esto demuestra la capacidad de respuesta de los insectos ante un disturbio. En cuanto a la Sabana de Bogotá, los estudios relacionados con especies invasoras y relaciones tróficas con el grupo taxonómico de los insectos son muy escasos o realmente difíciles de encontrar.

No fueron hallados estudios similares respecto a *Lupinus bogotensis* (lupino) y su asociación con insectos dentro de la bibliografía revisada. En cuanto a una comparación entre especies nativas y especies introducidas en el área, no se encontraron estudios relacionados con estos temas. Dadas varias características similares de las dos plantas (hábito arbustivo, inflorescencia vistosa y permanente, perennes e incluso pertenecientes a la misma familia) y a que se podían encontrar fácilmente en el área de estudio y en ambientes con similares características microclimáticas y de intervención humana, estas especies fueron escogidas para la realización de este estudio.

Desde el inicio de la ecología, se ha intentado explicar el porqué de los patrones de distribución de las especies (Andrewartha and Birch 1954, A. Wallace 1876). Estos patrones de distribución dependen de la tolerancia de las especies a los factores físicos y químicos, así como la tolerancia que tienen los recursos de los cuales dependen para su supervivencia. Las formas, funcionamiento y comportamiento de las especies son reflejo de las características del lugar donde se encuentran (Andrewartha and Birch 1954, Cambefort, 1991).

Los insectos son un grupo de organismos que a través del tiempo, se han adaptado a todo tipo de hábitats, incluyendo aquellos que puedan resultar muy agrestes al ser humano (Schowalter 2006). Sin embargo algunas especies tienen rangos de distribución restringidos dados sus tipos de adaptaciones que las pueden hacer vulnerables ante cambios en las condiciones a las cuales están adaptadas (Schowalter 2006). Según Agrawal and Kotanen (2003), Schroter *et al.* (2004) y Agrawal *et al.* (2005) la introducción de una planta exótica resulta benéfica para los insectos. Aprovechan los recursos alimenticios ofrecidos incluso más que aquellos que ofrecen las plantas nativas.

El objetivo general de este estudio fue comparar las diferencias en la estructura y composición de las comunidades de insectos asociados a retamo espinoso y a lupino en dos áreas con diferentes características de ubicación, estructura vegetal, aspectos microclimáticos y de disturbio.

Para responder a la pregunta general del estudio se identificaron las diferencias en los picos de actividad horaria en la comunidad de insectos asociados a una especie nativa (*Lupinus bogotensis*) y a una invasora (*Ulex europaeus*). Se comparó la estructura y composición de las comunidades de insectos asociados a lupino y a retamo espinoso en zonas de borde de camino y borde de bosque. Se diferenció la comunidad de insectos presente en hábitats de borde de camino y de borde de bosque y se observaron los picos de actividad respecto a la temperatura.

## **Materiales y Métodos**

El estudio fue llevado a cabo en la Estación Encenillo, que se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca, en el municipio de Guasca, Vereda La Trinidad, sector Pueblo Viejo. El rango altitudinal se encuentra entre los 2900 y 3200 msnm. La temperatura media está entre los 6 y 12 grados C y la precipitación oscila entre los 500 a 4000 mm al año. Aunque la mayor parte del área está cubierta por bosques, hay zonas arbustivas y potreros. Las familias de plantas dominantes en los bosques son Cunonaceae, Asteraceae, Elaeocarpaceae, Ericaceae, Melastomataceae, Loranthaceae, etc (Cleef *et. al.* 1983, Mora & Sturm 1993). Las familias más comunes en zonas arbustivas son Asteraceae, Fabaceae, Poaceae, etc. (Martínez *et. al.* 2005).

Para la elaboración del trabajo se llevó a cabo una fase de campo seguida de una fase de laboratorio y por último una fase de análisis de los datos obtenidos.

En la fase de campo se establecieron cuatro lugares, dos con retamo y dos con lupino: (i) Retamo en borde de camino, (ii) Retamo en borde de bosque (iii) Lupino en borde de camino y

(iv) Lupino en borde de bosque. En el estudio se utilizó “ambiente” para referirse al lugar específico donde se tomaron las muestras (borde del bosque y borde de camino) que presentan diferencias microclimáticas, de vegetación circundante y de intervención humana. Se apuntó en una libreta la hora y temperatura para cada muestra, además de observaciones adicionales. La captura fue realizada con una jama de la manera que se explica a continuación. La fase de campo fue realizada entre agosto y noviembre de 2011.

En cada uno de los 4 lugares se tomaron 100 muestras, 10 muestras por hora entre las 7 horas y las 17 horas para un total de 400 muestras. Una muestra consistió en la captura de todos los insectos observados durante 5 minutos. Se utilizó una matriz para llevar registro del número de muestras por hora.

Las muestras fueron almacenadas en vialescon alcohol al 70% y etiquetados con el nombre de la planta y el ambiente donde se capturaron. Posteriormente se determinaron hasta el taxón más bajo en el laboratorio con ayuda de un estereoscopio y la guía de identificación “Introduction to the Study of Insects” de Borror (1981).El muestreo se restringió a insectos que se posaban sobre las hojas y tallos de las plantas muestreadas.

En la fase de análisis de datos se estableció si el muestreo había sido representativo para la zona mediante el uso del porcentaje de representatividad. Esto es el número de morfoespecies observadas sobre el índice de Chao 2 multiplicado por 100. Posteriormente se graficaron los resultados para ser analizados.

Para comparar la estructura y composición de la comunidad de insectos en una planta nativa y en una invasora se analizaron los gráficos de cantidad de visitas a cada planta. Se utilizó el índice de Bray Curtis para establecer la similitud en la estructura taxonómica de la comunidad de insectos en cada uno de los 4 lugares de muestreo. Se graficaron los resultados en un dendrograma y se realizó el análisis de la información. Para conocer la similitud en cuanto a composición taxonómica, se aplicó el índice de Jaccard a los 4 lugares de muestreo. Por último se graficó un dendrograma y se analizaron los datos obtenidos.

Para conocer las diferencias en los picos de actividad horaria de la comunidad de insectos asociada a una especie nativa y a una invasora se realizaron gráficas que indican el número de visitas en promedio a cada planta durante cada hora. Posteriormente se realizó un dendrograma utilizando el índice de Bray Curtis para establecer si la actividad horaria de los insectos era similar durante las horas de muestreo. Luego se llevó a cabo la misma operación utilizando los datos obtenidos para los ambientes de muestreo: borde de bosque y borde de camino.

Para establecer los picos de actividad de temperatura de los insectos asociados a una planta nativa y a una invasora se graficaron los datos obtenidos. Se graficó un dendrograma comparativo de la actividad de los insectos en relación a la temperatura, se graficaron los resultados obtenidos relacionados a cada planta y a cada ambiente y se analizaron los datos obtenidos.

## **Resultados y discusión**

La representatividad estimada del muestreo para cada uno de los lugares fue superior al 70% (Tabla 1). Lo que indica que el muestreo resultó representativo en cada uno de los lugares, pero también que hizo falta un esfuerzo de muestreo mayor. Esto es un resultado muy común en el caso de los insectos, ya que se trata de un grupo taxonómico muy amplio. La cantidad de MFS raras, aquellas que solamente están representadas por 5 o menos individuos, provocan que, en las curvas de acumulación de especies la pendiente de la curva no alcance el cero. Alcanzar una representatividad total resulta muy difícil en trabajos con insectos.

La cantidad total de individuos colectados por MFS para cada planta en cada ambiente, está representada en las gráficas de la figura 2. En cada lugar donde fue realizado el muestreo se observa la dominancia de una o pocas morfoespecies y muchas representadas por uno o pocos individuos. Sobre todo en lupino en borde de bosque resalta la dominancia de la MFS Sciomizidae mfs1 sobre las otras.

### ***Comparación de la estructura y composición taxonómica de las comunidades de insectos asociados una planta nativa y una invasora***

La cantidad total de individuos colectada en lupino fue de 1633 individuos pertenecientes a 65 morfoespecies. La cantidad total de individuos en retamo espinoso fue de 1111 individuos pertenecientes a 72 morfoespecies, para un total de 2744 individuos colectados pertenecientes a 94 morfoespecies.

Aunque el número de individuos colectados en lupino fue mayor, la cantidad de MFS a las que pertenecen es menor a la de retamo espinoso. El establecimiento de las MFS nativas de insectos en la planta nativa puede ser resultado del proceso de evolución de los organismos (Cambefort, 1991) pues la textura pubescente de las hojas de lupino puede llegar a servir de abrigo para los insectos en momentos de bajas temperaturas, vientos y lluvias. Las hojas tienen también la capacidad de retener agua que puede ser aprovechada por los insectos (Planchuelo & Dunn, 1989). Aquellos que más parecen aprovechar las ventajas ofrecidas por la planta, son los individuos de las MFS Scyomizidae mfs1 (díptera) y Aleyrodidae mfs1 (homoptera) por la

cantidad de individuos encontrados durante prácticamente todas las horas de muestreo. Los individuos capturados pertenecientes a la MFS Scyomizidae mfs1 solamente fueron colectados en lupino al borde del bosque; esto se debe a los hábitos reproductivos de muchos géneros de esta familia, asociados a lugares húmedos (Borror *et. al.* 1981). La oferta de polen en su inflorescencia color morado atrae muchos dípteros e himenopteros de diversas MFS. Individuos parasitoides representados por algunas MFS como Ichneumonidae mfs1 y Braconidae mfs1, mfs2 y mfs3 (Hymenoptera), también fueron encontrados gracias a la disponibilidad de posibles huéspedes (coleópteros, áfidos) para sus huevos. MFS de insectos cazadores y hematófagos como Empididae mfs 1 y mfs2 y Culicidae mfs1 (díptera) pueden encontrar presas que visitan a lupino (aves, curíes). En los muestreos realizados en retamo espinoso y lupino al borde del bosque, el número de individuos colectados (1917) fue más del doble del número de individuos colectados al borde del camino (827).

A nivel general la MFS dominante fue Scyomizidae mfs1, con 456 individuos colectados. Las MFS Aleyrodidae mfs1, Aphididae mfs1, mfs2 y mfs3 (Homoptera), Miridae mfs1 (Hemiptera), Diastatidae mfs1 y mfs2 y Drosophilidae mfs1 (Diptera) fueron representadas con más de 100 individuos cada una. De las MFS Pteromalidae mfs1, Tanypezidae mfs1 (díptera), Acroceridae mfs1 y Reduviidae mfs1 (Hemiptera), entre otras, se colectaron uno o muy pocos individuos.

Al realizar la comparación entre todos los individuos que visitan retamo espinoso con los que visitan lupino el valor obtenido fue de 0.32. Este resultado indica que, en cuanto a estructura taxonómica, las comunidades de insectos que visitan una y otra planta son diferentes. Mediante el uso del índice de Jaccard, que arrojó un resultado de 0.52 se puede decir que también son diferentes en cuanto a composición de MFS (Beals, 1984).

Para establecer si existía una similitud de la estructura taxonómica de insectos entre las plantas y los ambientes también se utilizó el índice de Bray Curtis. Los resultados obtenidos, representados en la Figura 4, demuestran que los ambientes son diferentes entre ellos, puesto que ninguno alcanza el índice de 0.6 de similitud (Beals, 1984). Los muestreos efectuados en lupino muestran una diferencia importante entre los dos ambientes con un índice inferior al 0.36 entre ellos (Beals, 1984).

La diferencia entre los dos ambientes de muestreo en la zona de lupino es afectada por la MFS dominante Scyomizidae mfs1, hallada solamente en el borde de bosque, pero muy abundante en cuanto a su número (Beals, 1984).

En cuanto a la composición taxonómica de las MFS en relación a las plantas en cada ambiente, el índice de Jaccard no presentó resultados que indiquen que hay dos lugares de muestreo



semejantes. Sin embargo se puede llegar a la conclusión de que existe una mayor relación de las visitas por parte de los insectos entre los ambientes de muestreo (borde de bosque y borde de camino) que entre las especies vegetales donde fue realizado. Este resultado puede ser producto de las características microclimáticas que comparten los ambientes (William-Linera, 1990).

Todas las comparaciones efectuadas entre las plantas y los ambientes con los diferentes índices indicaron que las comunidades comparadas son diferentes en todos los lugares estudiados, lo que indica una complementariedad en el uso de los recursos planta y hábitat (Schowalter, 1985, Schowalter and Lowman, 1999, Schowalter, 2006).

### ***Diferencias en picos de actividad horaria de insectos en una especie nativa y una invasora.***

El total de los insectos colectados no muestra grandes diferencias en cuanto a su actividad promedio horaria (Figura 5). Sin embargo hay que tener en cuenta que el taxón más bajo identificado fue familia, con algunas claras diferencias de individuos dentro de las mismas. La posible especialización por parte de los insectos puede verse representada en taxones inferiores (Borror et al, 1981).

En el total de las visitas por hora es posible diferenciar dos picos de actividad en los resultados generales, uno a las 10 horas y otro entre las 14 y 15 horas. A las 7 y 13 horas se registraron los horarios de menor actividad. Al promediar el número de visitas se observó que no hubo preferencias de horario a nivel general.

En cuanto a la diferencia de individuos asociados a una especie nativa y a una invasora en relación a la hora del día, se pudo observar una mayor cantidad de individuos colectados en lupino entre las 7 y las 10 horas, con una reducción entre las 11 y las 13 horas y un nuevo incremento a partir de las 14 horas hasta el final del muestreo, a las 17 horas. Al promediar las visitas a cada planta tampoco se observaron preferencias por una hora determinada (Figura 6).

La colecta realizada en retamo espinoso mostró una tendencia opuesta en el comportamiento de los individuos. Esto representa dos picos de actividad horaria en la comunidad de insectos asociada a lupino, a diferencia de un solo pico de actividad en la comunidad asociada a retamo.

En retamo espinoso se evidenció una menor actividad en horas de la mañana con un fuerte incremento en la actividad a las 10 horas seguido una reducción en el número de MFS capturadas en horas de la tarde. Esto posiblemente tiene que ver con los recursos que ofrece cada una de las especies vegetales: lupino puede ofrecer refugio contra el frío, flores con polen y disponibilidad de agua (Dunn & Gillett, 1966; Batzer & Wissinger, 1996); retamo espinoso

puede ofrecer refugio contra depredadores más grandes como aves y resultar atractivo para los polinizadores por sus inflorescencias amarillas (Zabkiewicz, 1976).

El índice de Bray Curtis aplicado a las visitas por hora en cada planta (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) mostró dos grandes grupos bien diferenciados; el de las horas en lupino y el de las horas en retamo espinoso. El comportamiento a lo largo del día resulta muy diferente en cada zona (0.24 de similitud). Para lupino se puede observar que todas las horas son similares, agrupándose siempre por encima del índice de 0.6 (Beals, 1984). Ello señaló que las MFS capturadas allí tuvieron un comportamiento similar a lo largo de todo el día, y hubo pocas que prefirieron una hora por encima de otras. En retamo, por el contrario, se observaron diferencias. A las 8 horas se encontraron casi los mismos individuos que en las horas de la tarde, conformando un grupo similar (recuadro rojo). Entre las 10 y las 12 horas pudo destacarse otro grupo bien definido (Recuadro azul). No se estableció una similitud entre estos dos grupos. A las 9 horas el grupo de individuos colectados resultó diferente de los otros. El grupo de individuos colectados a las 7 horas fue definitivamente diferente del resto. Con estos datos se puede deducir que, en este estudio, las MFS de insectos que visitaron a la especie retamo espinoso fueron diferentes a las que visitaron a lupino.

En cuanto a los ambientes en que fueron realizadas las colectas (borde de bosque y borde de camino) se pudo observar una mayor cantidad de individuos colectados en el borde del bosque durante todo el día. El total de individuos capturados para cada ambiente fue de 1917 en el borde de bosque y 827 al borde del camino.

Se observó que los picos de individuos colectados se mantienen, uno a las 10 horas y el otro entre las 14 y las 16 horas. La cantidad de individuos capturados en un ambiente y otro puede relacionarse con la diversidad que alberga cada ambiente. Los bosques ofrecen resguardo contra temperaturas extremas, altas y bajas, y recursos alimenticios que no puede ofrecer un camino destapado. Pueden ofrecer también protección contra depredadores (William-Linera 1990, Begon *et. al.* 2005).

El dendrograma de similitud entre horas para cada ambiente (Figura 9) mostró una separación clara de los dos ambientes (0.30 de similitud entre el borde de bosque y el borde de camino). Dentro del borde de camino se identificó un grupo de MFS que compartió actividad a las 8 y las 12 horas (recuadro azul). Otro grupo abarcó las 10, 11, 15 y 16 horas (recuadro amarillo). Las muestras capturadas a las 13 y 14 horas resultaron similares entre ellas (recuadro verde), pero fueron diferentes a otros momentos del día. A las 7 horas la diferencia fue mayor (0.45 de similitud).

La actividad de la comunidad de insectos en el borde de bosque resultó similar a lo largo de todas las horas de muestreo (recuadro rojo). Los insectos asociados a este ambiente no tuvieron preferencias horarias evidenciadas en este estudio (Beals, 1984).

### ***Identificación de la temperatura pico de actividad de los insectos asociados al retamo espinoso y a lupino.***

Durante las horas de muestreo la temperatura estuvo entre los 7 y los 16 grados centígrados. La cantidad de MFS colectadas a 7 grados fue muy reducida, con tan solo 17 individuos, casi todos pertenecientes a las MFS Aphididae mfs1, mfs2 y mfs3 (Homoptera) y Sphaeridae mfs1 (Coleoptera). A la temperatura de 16 grados el número de individuos colectados fue de 145, representados por 35 MFS, en su mayoría Sciomyzidae mfs1 (Diptera) con 24 individuos. En la Figura 10 se puede apreciar que desde los 8 y hasta los 15 grados centígrados la cantidad de insectos que visitó las áreas de muestreo fue similar, con más de 250 capturas para cada rango, con la excepción de un valle a los 12 grados centígrados, donde se registraron 247 capturas. Según este resultado, las temperaturas más adecuadas para la actividad de los insectos en el área de muestreo se encontraron entre los 8 y los 15 grados centígrados.

La temperatura de 7 grados centígrados solamente fue registrada a las 7 de la mañana durante un muestreo realizado en Lupino. A partir de los 8 grados centígrados el número de individuos capturados creció hasta 241; a los 9 grados centígrados se alcanzó el pico más alto en esta planta y en el muestreo en general (291 individuos). A partir de los 10 grados y hasta los 12, hubo una reducción en la cantidad. Entre los 12 y los 14 grados el número de individuos permaneció entre 100 y 150. A los 15 grados se evidenció un nuevo incremento, y a los 16 grados se registró el segundo menor número de la colecta (73 individuos) para Lupino. Como se mencionó anteriormente, esta planta ofrece refugio contra temperaturas extremas y puede ser un motivo que explique dichos resultados (Dunn & Gillett, 1966; Batzer & Wissinger, 1996).

En la Figura 11 se puede apreciar la diferencia en el número de individuos capturados respecto a lupino y retamo. El número de individuos capturados en retamo solamente fue mayor a temperaturas entre los 12 y los 14 grados. Este rango coincide con la reducción de individuos colectados en lupino. Si la comparación entre las comunidades de insectos observada anteriormente en este estudio hubiera arrojado resultados que evidenciaran similitud taxonómica éntrelos individuos que visitan las plantas, se podría inferir que un grupo de insectos aprovecha los recursos ofrecidos por cada una dependiendo de la temperatura del día (Wallace, 1876; Begon *et. al.* 2005). Dado que las zonas son diferentes entre sí, esta deducción

no resulta válida. Por esta razón no se realizó el dendrograma con el índice de similitud de Jaccard que compara la composición taxonómica de cada planta respecto a la temperatura. Como alternativa se realizó una comparación de la estructura taxonómica de la comunidad de insectos de cada planta (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.2**) la cual si es representativa (Beals, 1984).

Para lupino, el dendrograma comparativo de Bray Curtis (figura 12) permitió identificar un grupo similar entre los 8, 9, 10, 11 y 13 grados centígrados (recuadro azul) que compartió a la vez una similitud dudosa (0.58) con el grupo de insectos colectados a 15 grados. Se pudo identificar otro grupo similar a los 12 y 16 grados (recuadro amarillo). Este segundo grupo tuvo una similitud (también dudosa, 0.56) con el grupo capturado a 14 grados. En el retamo espinoso solamente se pudo identificar un grupo similar respecto a la temperatura; el grupo de insectos capturados entre los 10, 11, 12, 13 y 14 grados centígrados (recuadro rojo). El resto de grupos resultaron diferentes en este estudio (Beals, 1984).

En cuanto a los ambientes, a 7 grados centígrados solamente se colectaron individuos en el borde del camino. A la temperatura máxima registrada en el muestreo, 16 grados centígrados, sólo se colectaron individuos en el borde del bosque. Este comportamiento puede ser provocado por la necesidad de protección ante temperaturas altas en el borde del bosque y por la búsqueda de luz directa en el borde de camino (Ortiz von Halle & Puyol, 1999, Willig & Walker, 1999, Begon *et. al.* 2005).

Mientras que a temperaturas inferiores a 8 grados el número de individuos colectados fue muy reducido, a partir de los 8 grados centígrados el número total aumentó bastante (de 17 individuos a 7 grados a 290 individuos a 8 grados). En este rango de temperatura se observa una mayor actividad en el borde del camino. La necesidad de obtener luz solar directa puede llevar a los insectos a tener este comportamiento y explicar el resultado obtenido (Ortiz von Halle & Puyol, 1999, Willig & Walker, 1999, Begon *et. al.* 2005). Entre los 8 y los 10 grados centígrados se obtuvo un comportamiento similar en cuanto al número de individuos para los dos ambientes. A partir de los 11 grados el número de individuos colectados en el borde de bosque aumenta hasta alcanzar 265, mientras que en el borde de camino el número disminuye hasta los 87. A los 12 grados se registró una disminución importante en el número de visitas por parte de los individuos al borde del bosque, y un leve incremento en las visitas en el borde de camino. Entre los 13 y los 16 grados la cantidad de individuos capturados en el borde del bosque fue mucho mayor a la cantidad capturada al borde del camino. A la temperatura máxima registrada en este estudio solamente se capturaron individuos al borde del bosque, y se observó

una reducción importante en cuanto al número. Según el resultado previo de este estudio que indica que los ambientes no comparten la misma comunidad de insectos (Fig 10), no se puede concluir con certeza que la disminución de visitas a un ambiente sea resultado del incremento en las visitas al otro. Observando la Figura 13 se puede decir que a temperaturas extremas la actividad de los individuos tiende a reducirse, como lo dijeron Begon *et. al.*, 2005.

El dendrograma de comparación de Bray-Curtis permitió identificar una agrupación en el borde de camino, a temperaturas entre 8 y 9 grados (recuadro rojo). En cuanto al resto de datos del ambiente borde de camino, la estructura de la comunidad en relación a la temperatura no fue similar. En cuanto al borde del bosque se identificó un grupo que comparte actividad a los 9, 10, 11, 13, 14 y 15 grados (recuadro amarillo); y otra agrupación a los 8 y 12 grados (recuadro azul) (Beals, 1984).

## Conclusiones y Recomendaciones

La comunidad de insectos asociada a una planta nativa, en este caso lupino, resultó diferente en cuanto a estructura y composición taxonómica a la comunidad de insectos asociada a la especie introducida retamo espinoso. La introducción de esta especie mediterránea hace más de 50 años al área donde se realizó el estudio, evidenció una aceptación por parte de las comunidades de insectos, especialmente individuos de las MFS Miridae mfs1 (Hemiptera) y Braconidae mfs1 y mfs2 (Hymenoptera), quienes, por su número parecen ser los que más aprovechan los recursos que ofrece. Como en los estudios realizados por Agrawal & Kotanen (2003) y Agrawal *et. al.* (2005) es notable el aprovechamiento de los recursos ofrecidos por la planta introducida. El impacto generado por la alteración física del ecosistema permite observar la capacidad de adaptación de los insectos, que han aprovechado los recursos que tienen a su disposición y aquellos recursos que resultan relativamente nuevos en su entorno. El área ocupada por el retamo espinoso actualmente es mucho mayor al área ocupada por lupino; si fuese posible definir un área similar en cuanto a tamaño para realizar los muestreos, el error se reduciría. Los resultados obtenidos mostraron que el comportamiento de las MFS encontradas aparentemente tiene una mayor relación a factores microclimáticos y al grado de intervención del lugar circundante que a las plantas en concreto. Esto no significa que no utilicen los recursos ofrecidos por una y otra planta, pero si indica que hay otros factores más importantes que afectan el comportamiento de los insectos (Schierenbeck, Mack and Sharitz 1994).

En cuanto a la actividad horaria registrada en el estudio se puede decir que el comportamiento a nivel de MFS resultó homogéneo, con algunas excepciones. Muchas de las MFS colectadas resultaron ser generalistas en cuanto a este factor, tanto para las encontradas en retamo como para las encontradas en lupino. Lo mismo sucede con las MFS colectadas en los diferentes

ambientes, borde de bosque y borde de camino. Las diferencias en la actividad horaria no son remarcables. En estudios futuros el horario de muestreo puede comenzar a partir de las 8 horas, cuando empieza realmente la actividad de los insectos, y terminar a las 18 horas, cuando el sol se retira. El muestreo a las 7 horas no registró una actividad importante por parte de los insectos. Los resultados de la actividad de las comunidades de insectos en relación a la temperatura permitieron corroborar que las temperaturas extremas no son adecuadas para la actividad de los insectos (Ortiz von Halle & Puyol, 1999, Willig & Walker, 1999, Begon *et. al.* 2005). Las colectas realizadas a temperaturas inferiores a 8 grados centígrados permitieron observar que la actividad de los insectos es casi nula. A la temperatura más alta registrada (16 grados centígrados) se obtuvo el segundo menor número de individuos. Las temperaturas extremas favorecieron las visitas de los individuos a lupino. La continua humedad en sus hojas y la pubescencia de las mismas pueden ofrecer refugio de temperaturas extremas a animales pequeños (Batzer & Wissinger, 1996, Ortiz von Halle & Puyol, 1999, Willig & Walker, 1999, Begon *et. al.* 2005). A temperaturas intermedias el retamo espinoso se vio levemente favorecido. La incidencia de luz solar es un factor importante a tener en cuenta en estudios posteriores. Hay animales cuya actividad se reduce a los momentos de sol y se ocultan en presencia de nubes.

Sin tener registros previos de comunidades de insectos asociadas al ecosistema donde fue llevado a cabo el trabajo no se puede decir que la introducción de retamo espinoso haya llevado a la extinción a algún grupo. Para futuros estudios es necesario un muestreo con más tiempo, más detallado y evitar los días de lluvia. No hubo evidencia de herbivoría en ninguna de las dos plantas por parte de los insectos, aunque fue muy evidente la atracción de los polinizadores a las inflorescencias de las dos. Futuros estudios pueden analizar los recursos ofrecidos por estas plantas que son utilizados por los insectos.

### **Bibliografía**

- Agrawal A.; Kotanen P.M. 2003. Herbivores and the success of exotic plants: a phylogenetically controlled experiment. *Ecologyletters*. 6: 712-715.
- Agrawal A.; Kotanen P.M.; Mitchell C.E.; Power A.G.; Godsoe W.; Lironomos J. 2005. Enemy release? An experiment with congeneric plants pairs and diverse above- and belowground enemies. *Ecology*. Ecological Society of America.86: 2979-2989.
- Andrewartha H. G.; Birch L.C. 1954. *The Distribution and Abundance of Animals*. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Aynouche, A.; Bayer R.J. 1999. Phylogenetic Relationships in *Lupinus* (fabaceae: papilionoideae) based on internal transcribed spacer sequences (its) of nuclear ribosomal DNA. *American Journal of Botany*. Vol.86, No. 4 (Apr., 1999), pp. 590-607. Botanical Society of America.

- Batzer, D.P.; Wissinger S.A. 1996. Ecology of insect communities in non-tidal wetlands. *Annual Review of Entomology* 41:75–100.
- Beals, E.W. 1984. Bray-Curtis-ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Adv. Ecol. Res.* 14: 1-55.
- Begon, M.; Townsend C.R.; Harper, J.L. 2005. *Ecology: From Individuals to Ecosystems*, 4th edn. Blackwell Science, Oxford.
- Borror, D. J.; DeLong D.M; Triplehorn C.A. 1981. *An introduction to the study of insects*. Fifth edition. Saunders College Publishing. Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Cambefort, Y. 1991. Biogeography and Evolution. Pp 51-67: In I. Hanski & Y. Cambefort (Eds.). *Dung beetles ecology*, Princeton University Press, New Jersey.
- Cleef, A. M.; Rangel-Ch. J.O; Salamanca S. 1983. Reconocimiento de la vegetación de la parte alta del transecto Parque Nacional Natural Los Nevados. Págs. 150-173 en: T. van der Hammen, T., A. Pérez & P. Pinto (eds.), *La Cordillera Central de Colombia, transecto Parque Nacional Natural Los Nevados. Estudios de Ecosistemas Tropicandinos vol. 1*. J. Cramer, Berlín.
- Clements, D.R.; Peterson D.J.; Prasad R. 1998. The Biology of Canadian Weeds 112. *Ulex europaeus* L. *Can. J. Pl. Sci.* 78.
- Cronk, Q. C. B.; Fuller J.L. 1995. *Plantas Invasoras. La amenaza para los ecosistemas naturales. Manual de conservación “Pueblos y Plantas”*. Fondo Mundial para la Naturaleza – WWF. Primera Edición. Editorial Nordan – Comunidad. Montevideo, Uruguay. 201 pp.
- Dunn, D.B; Gillett, J.M. 1966. *The Lupines of Canada and Alaska*. Canada Department of Agriculture, Research Branch. Monograph No. 2, 89 pp.
- Glenn-Lewin, D. C.; van del Maarel E. 1992. Patterns and processes of vegetation dynamics. En: *Plant succession theory and prediction*. D. C. Glenn-Lewin, R. K., Peet and T. T. Veblen (eds). Chapman & Hall Population and Community Biology Series 11. University Press, Cambridge, 11-44.
- Gutiérrez, F. 2006. Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá- Colombia. 156 p.
- Hall, J. 2003. Environment, Aliens plant species invade Southern Africa. *Global Information Network*. June 27: 1-2.
- Hernández, J.; Sánchez H. 1992. *Biomasa Terrestres de Colombia*. In: Hernández, J., Ortiz, R., Walschburger, T. & Hurtado, A. *Estado de la Biodiversidad en Colombia*. Colciencias. Santafé de Bogotá, D.C.
- ISSG. 1998. 100 of the World’s worst invasive alien species. A selection from the Global Invasive Species Database. Disponible en <http://www.efn.org/~ipmpa/Noxcontents.html>. Fecha de consulta: Junio 2 de 2010.
- Integrated Vegetation Management IVM Technical Bulletin 2000. Gorse. Noxious Weed IVM Guide.

- Maron, J.; Vila M. 2007. Exotic Plants in an Altered Enemy Landscape: Effects on Enemy Resistance En: J. Kelley & J. Tilmon (eds.). Specialization, speciation and radiation - The evolutionary biology of herbivorous insects, University of California Press Pp. 280-295
- Martínez, X.; Rincón D.; Galvis P.; Monje C. 2005. Valoración Física y Planificación Predial para la Conformación de la Reserva Encenillo, Guasca-Cundinamarca. Fundación Natura. Bogotá, Colombia. 74 pp.
- Mora, I. E.; Sturm H. 1993. Estudios Ecológicos del Páramo y del Bosque Altoandino. Cordillera Oriental Colombiana. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Tomo ii. 438 pp.
- Ojasti, J. 2001. Especies Exóticas Invasoras. Estrategia Regional de Biodiversidad para los países del trópico andino. Convenio de cooperación técnica no reembolsable ATN/JF – 5887 – RG CAN – BID. Caracas, Venezuela. 63 pp. Disponible en <http://www.comunidadandina.org/documentos.asp> (Documentos Cooperación Técnica SG/ct 70). Fecha de consulta: Junio 2 de 2010.
- Ortiz von Halle, B.; Puyol A. 1999. Estrategias de biodiversidad: avances en América del Sur. Vol. 1. Quito, Ecuador: UICN-Sur Oficina Regional de la UICN para América del Sur, 1999.
- Pickett, S.T.A.; White P.S. 1985. Patch dynamics: a synthesis. En: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. S.T.A. Pickett and P.S. White (eds). Academic Press. New York, 1985.
- Planchuelo, A. M.; Dunn D.B. 1989. Two New Species of the *Lupinus lanatus* Complex. Annals of the Missouri Botanical Garden. Vol. 76, No. 1 (1989), pp. 303-309. Missouri Botanical Garden Press, 1989.
- Ramírez A. 2006. Ecología, Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Ríos, H. F. 2005. Guía Técnica para la restauración Ecológica de Áreas Afectadas por Especies Vegetales Invasoras en el Distrito Capital. Complejo invasor retamo espinoso (*Ulex europaeus* L.)- retamo liso (*Telinemonspessulana* L. C. Koch). Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. 155p.
- Schierenbeck, K. A.; Mack R.N.; Sharitz R.R. 1994. Effects of herbivory on growth and biomass allocation in native and introduced species of *Lonicera*. Ecology 75:1661-1672.
- Schowalter, T.D. 1985. Adaptations of insects to disturbance. En: The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics (S.T.A. Pickett and P.S.White, Eds.), pp. 235–252. Academic Press, Orlando, FL.
- Schowalter, T.D. 2006. Insect ecology. An ecosystem approach. Elsevier inc.
- Schowalter, T.D.; Lowman M.D. 1999. Forest herbivory by insects. En: Ecosystems of the World: Ecosystems of Disturbed Ground (L.R. Walker, Ed.), pp. 269–285. Elsevier, Amsterdam.
- Shroter, D.; Brussaard L.; de Deyn G.; Poveda K.; Brown V.K.; Berg M.P; Wardle D.A.; Moore J.; Wall D.H 2004. Trophic interactions in a changing world: modeling aboveground – belowground interactions. Basic and Applied Ecology 5: 515 -528.



- Sineiro, F. 1974. Eradication and control of gorse (*Ulex europaeus* L). Disp. Agric. Sci. Nassey University. New Zealand. 115 pp.
- Towsend P.; Scachetti-Pereira R.; Hargrove W. 2004. Potential geographic distribution of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in North America. The American Midland Naturalist. Vol. 151. Num. 1: 170-5.
- Van der Hammen, T.; Pabón-Caicedo J.D.; Gutiérrez H.; Alarcón J.C. 2002. El Cambio Global y los Ecosistemas de Alta Montaña de Colombia. En: C. Castaño-Urbe (ed.) Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en Condición hot spot y global climatic tensor: 163-209. IDEAM, Bogotá.
- Wallace, A. R. 1876. The Geographical Distribution of Animals. Londres: Macmillan and Company, pp. 607 (vol. II).
- Wikars, L.-O.; Schimmel J. 2001. Immediate effects of fire-severity on soil invertebrates in cut and uncut pine forests. Forest Ecology and Management 141:189–200.
- William-Linera G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forests edges. Journal of Ecology. 78: 356-373.
- Williamson, M. H.; Fitter A. 1996. The characters of successful invaders. Department of biology, University of York. York, England.
- Willig, M.R.; Walker L.R. 1999. Disturbance in terrestrial ecosystems: salient themes, synthesis, and future directions. En: Ecosystems of the World: Ecosystems of Disturbed Ground (L.R. Walker, Ed.), pp. 747–767. Elsevier Science, Amsterdam, Netherlands.
- Zabkiewicz J.A. 1976. The ecology of gorse and its relevance to new forestry. In: The use of herbicides in forestry in New Zealand. New Zealand. Forest Research Institute Symposium 18: 63–68.

## ANEXOS

Tabla 1. Porcentaje de representatividad evaluado según Riqueza observada / Chao2\*100

Lugar	Riqueza Observada	Chao2	Representatividad (%)
Lupino Carretera	43	57.85	74.33016422
Lupino Bosque	51	65.44	77.93398533
Retamo Carretera	50	69.5	71.94244604
Retamo Bosque	62	73.26	84.63008463

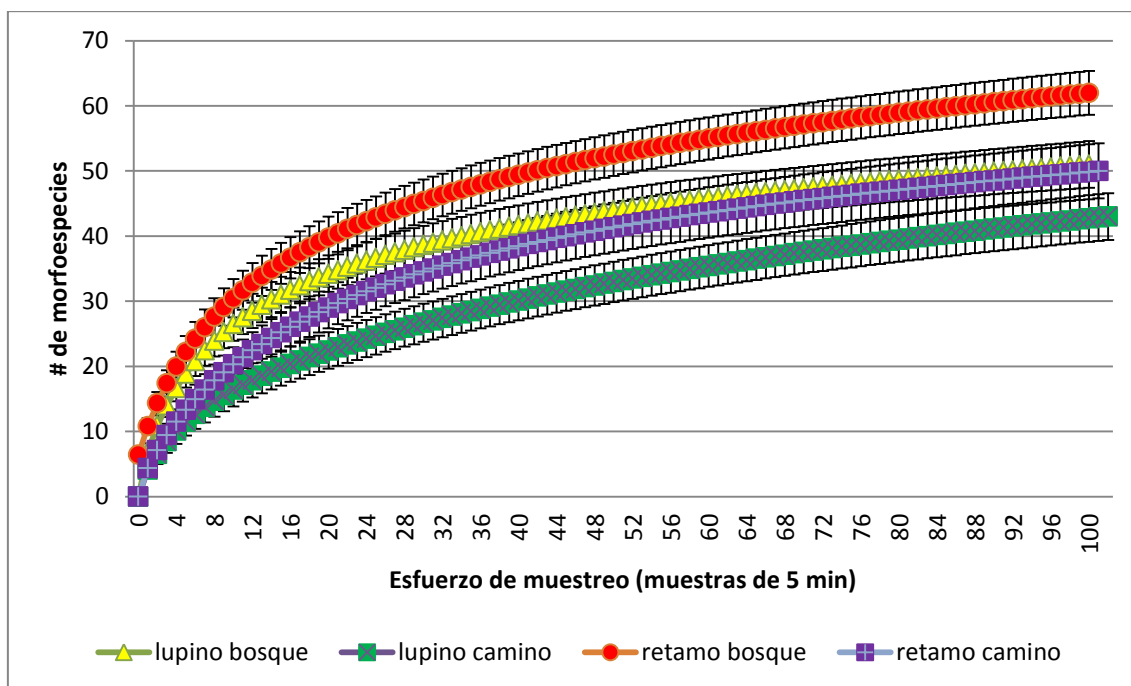


Figura 1. Curvas de acumulación de morfoespecies de insectos capturadas.

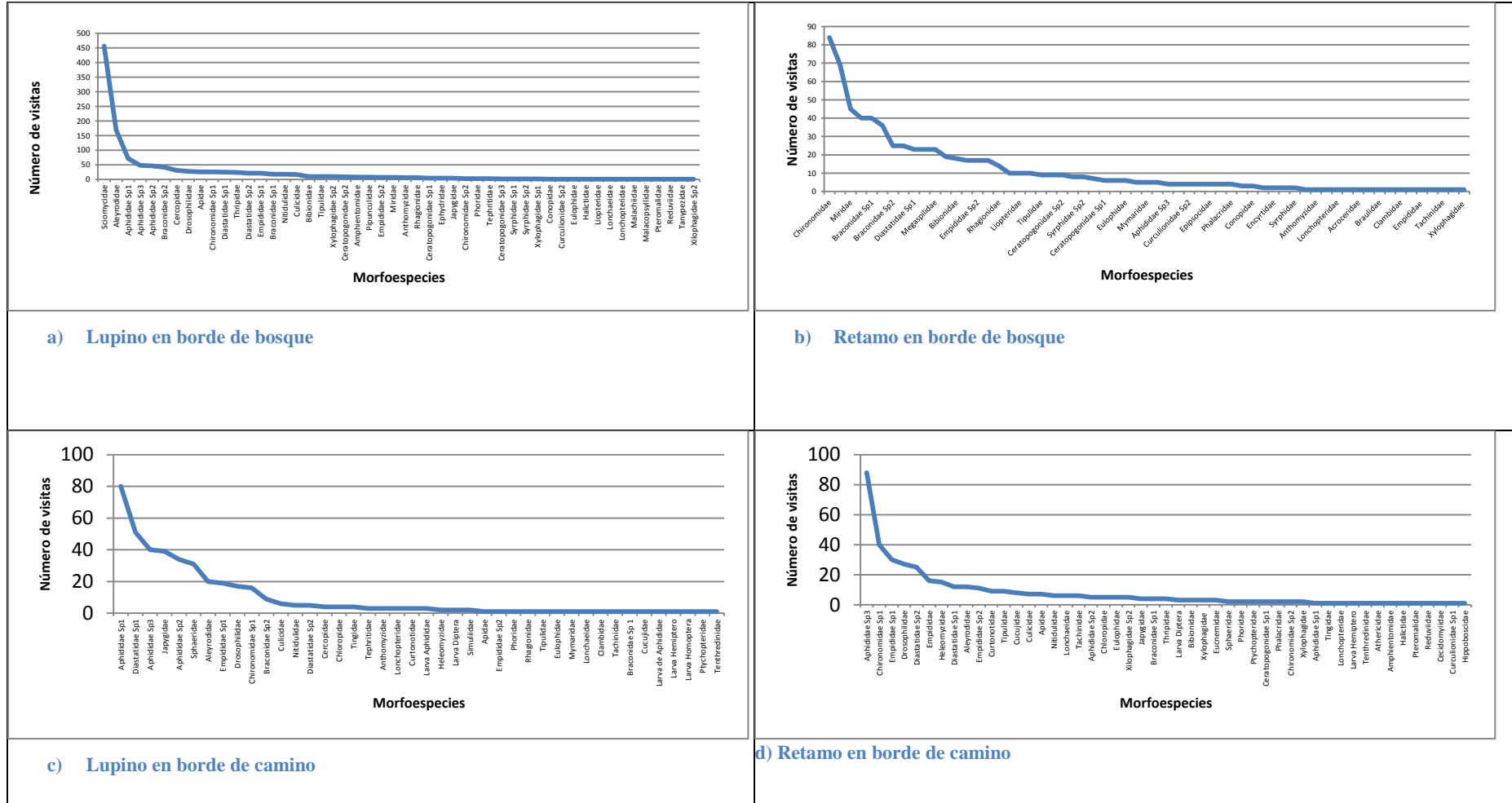
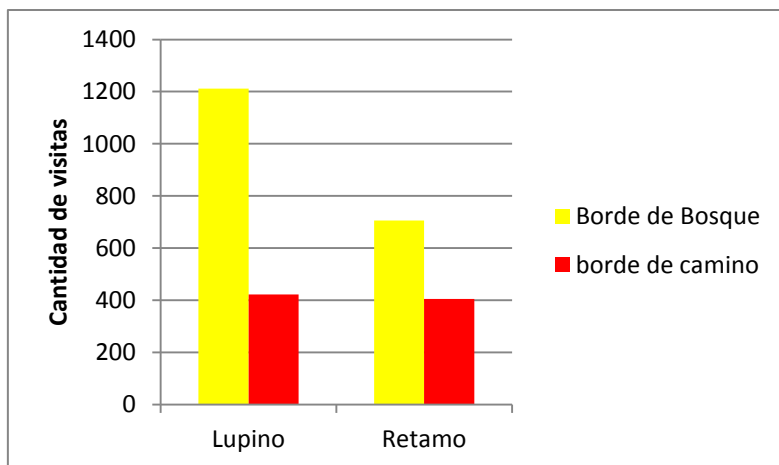
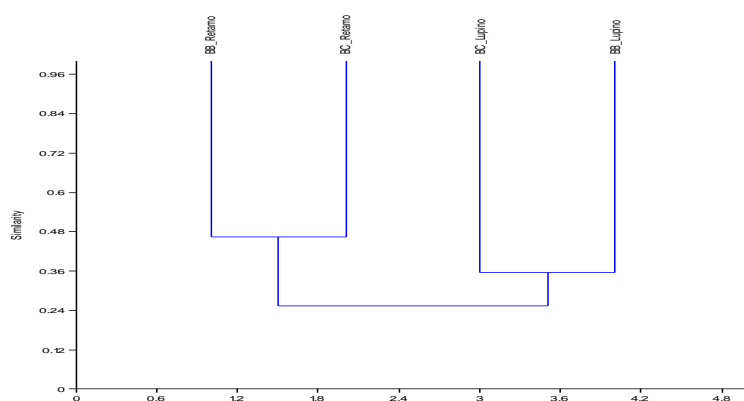


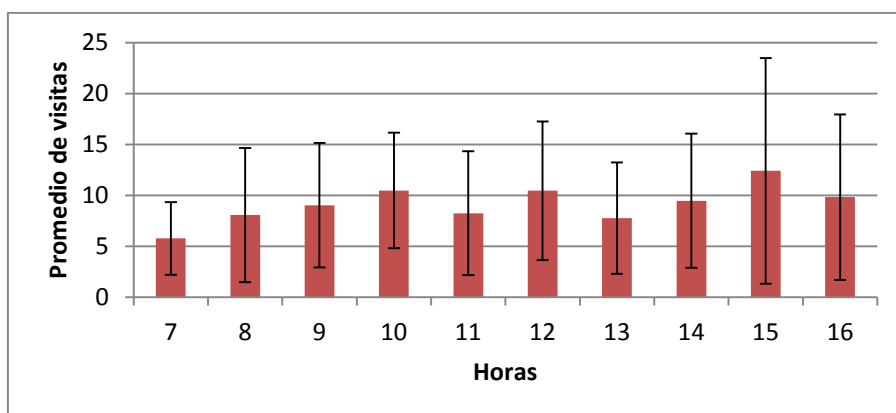
Figura 2. Cantidad de visitas de los insectos a cada planta en cada ambiente de muestreo.



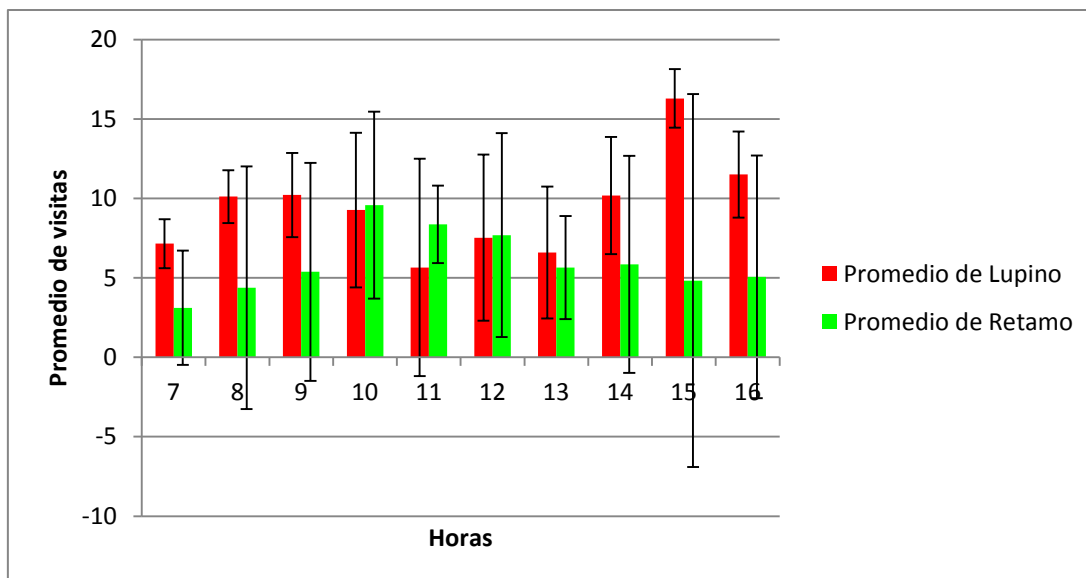
**Figura 3.** Cantidad total de visitas a retamo espinoso y lupino en cada ambiente de muestreo.



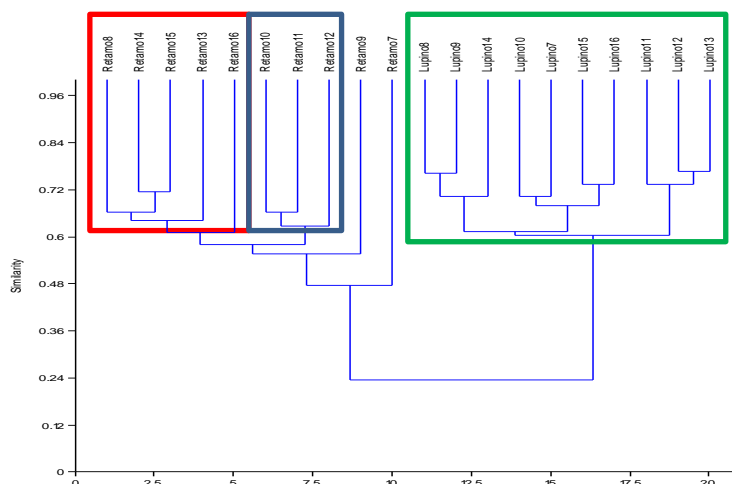
**Figura 4.** Dendrograma comparativo del índice de Bray Curtis para cada planta en cada ambiente de muestreo: Retamo en borde de bosque (BB\_Retamo), retamo en borde de camino (BC\_Retamo), lupino en borde de bosque (BB\_Lupino) y lupino en borde de camino (BC\_Lupino).



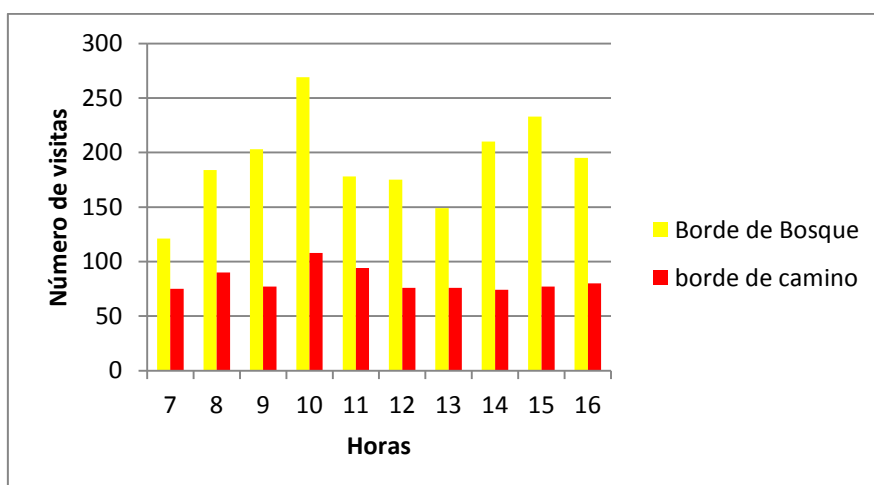
**Figura 5.** Promedio de visitas de los insectos en cada hora.



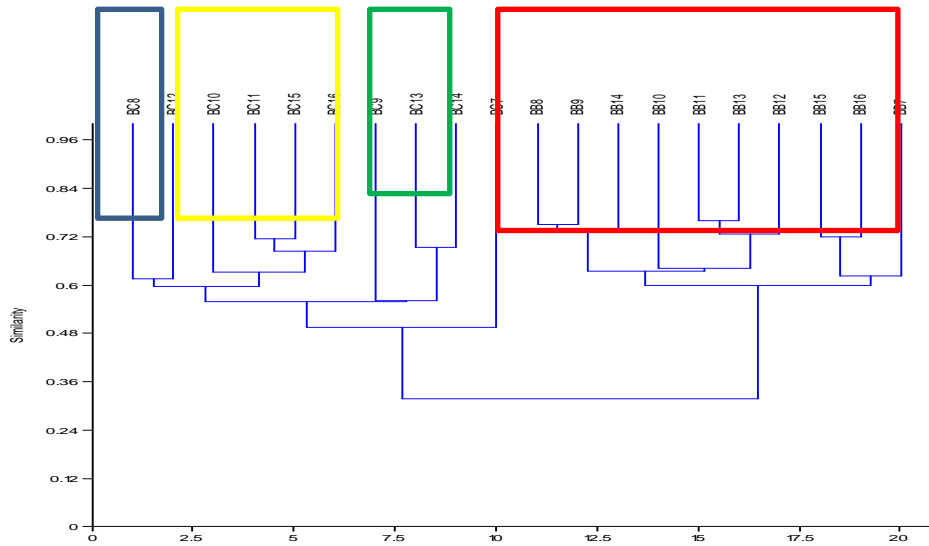
**Figura 6.** Promedio de visitas por hora a cada planta.



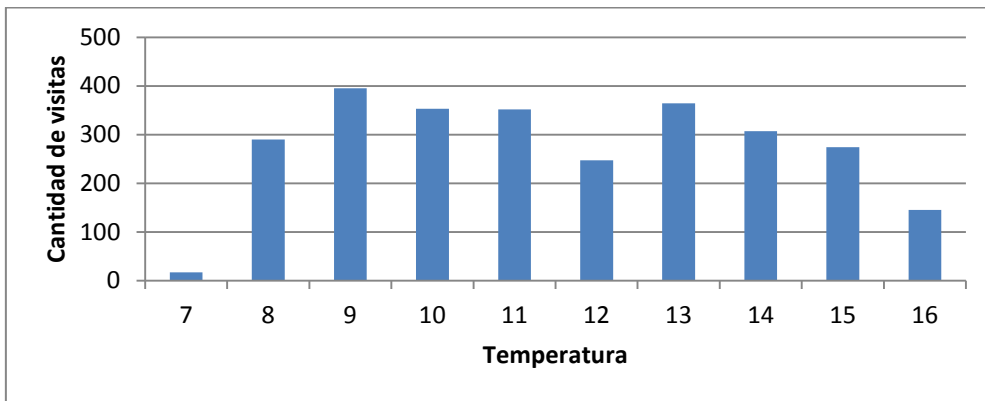
**Figura 7.** Dendrograma comparativo de Bray Curtis para cada planta respecto a la hora.



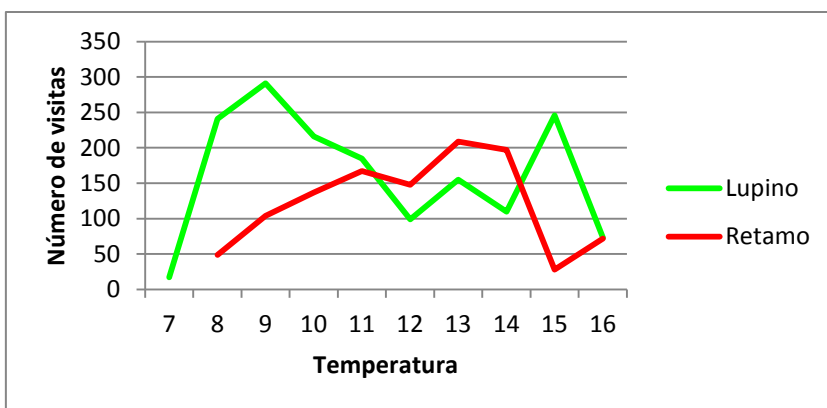
**Figura 8.** Número de visitas de los insectos a cada ambiente.



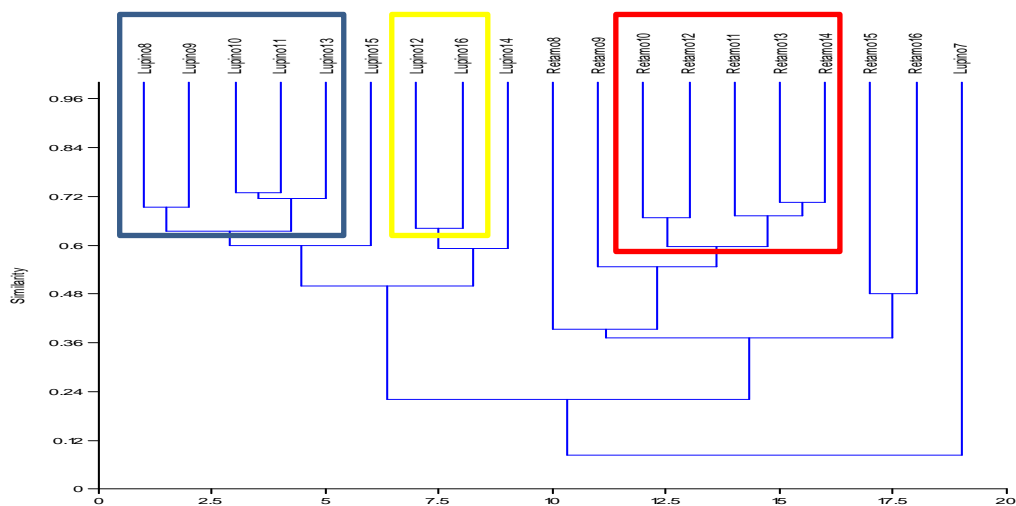
**Figura 9.** Dendrograma comparativo de Bray Curtis para cada ambiente de muestreo: borde de camino (BC) y borde de bosque (BB) respecto a las horas.



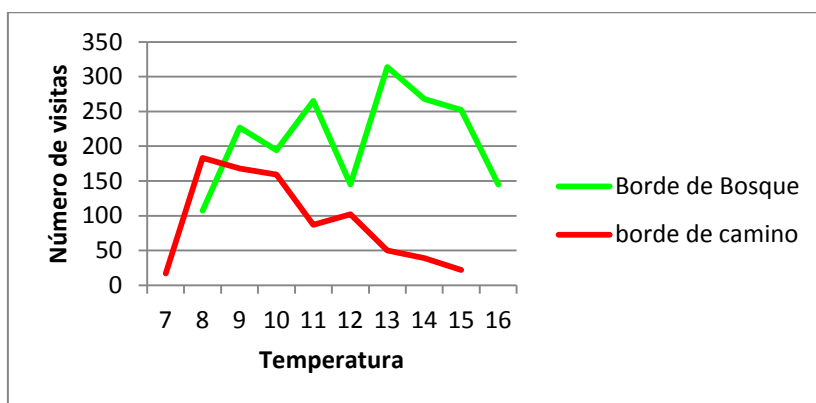
**Figura 10.** Número de visitas totales de los insectos en relación a la temperatura.



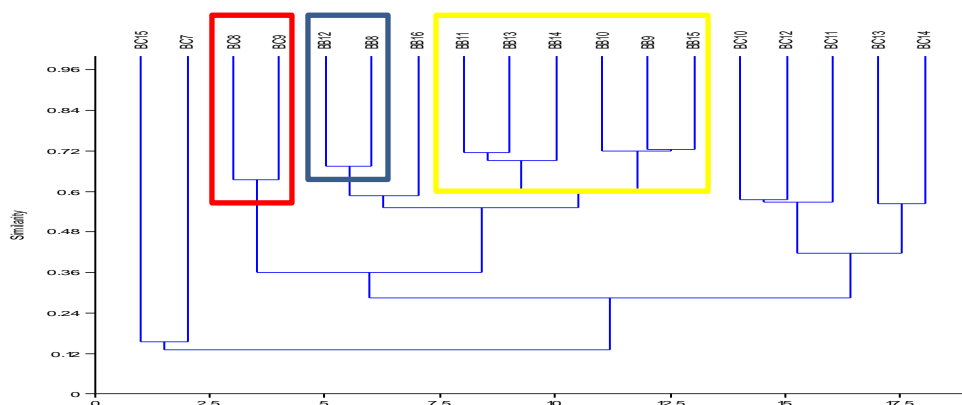
**Figura 11.** Número de visitas de los insectos a cada planta respecto a la temperatura.



**Figura 12.** Dendrograma comparativo de Bray Curtis para cada planta respecto a la



**Figura 13.** Número de visitas de los insectos a cada ambiente en relación a la temperatura



**Figura 14.** Dendrograma comparativo de Bray-Curtis para cada ambiente de muestreo: borde de camino (BC) y borde de bosque (BB) respecto a la temperatura.