



Los alumnos deben llenar esta hoja y entregarla al supervisor junto con la versión final de su monografía.

Número de convocatoria del alumno

Nombre y apellido(s) del alumno

Número del colegio

Nombre del colegio

Convocatoria de exámenes (mayo o noviembre)

Mayo

Año

2013

Asignatura del Programa del Diploma en la que se ha inscrito la monografía:

Sistemas ambientales  
y sociedades.

(En el caso de una monografía en lenguas, señale si se trata del Grupo 1 o el Grupo 2.)

Título de la monografía: Efecto de borde sobre la herbivoría en un fragmento de bosque de galería, en el departamento del Meta - Colombia.

### Declaración del alumno

El alumno debe firmar esta declaración; de lo contrario, es posible que no reciba una calificación final.

Confirmando que soy el autor de este trabajo y que no he recibido más ayuda que la permitida por el Bachillerato Internacional.

He citado debidamente las palabras, ideas o gráficos de otra persona, se hayan expresado estos de forma escrita, oral o visual.

Sé que el máximo de palabras permitido para las monografías es 4.000, y que a los examinadores no se les pide que lean monografías que superen ese límite.

Esta es la versión final de mi monografía.

Firma del alumno:

Fecha:

### Informe y declaración del supervisor

El supervisor debe completar este informe, firmar la declaración y luego entregar esta portada junto con la versión final de la monografía al coordinador del Programa del Diploma.

Nombre y apellido(s) del supervisor [MAYÚSCULAS]:

Si lo considera adecuado, escriba algunos comentarios sobre el contexto en que el alumno desarrolló la investigación, las dificultades que encontró y cómo las ha superado (ver página 13 de la guía para la monografía). La entrevista final con el alumno puede ofrecer información útil. Estos comentarios pueden ayudar al examinador a conceder un nivel de logro para el criterio K (valoración global). No escriba comentarios sobre circunstancias adversas personales que puedan haber afectado al alumno. En el caso en que el número de horas dedicadas a la discusión de la monografía con el alumno sea cero, debe explicarse este hecho indicando cómo se ha podido garantizar la autoría original del alumno. Puede adjuntar una hoja adicional si necesita más espacio para escribir sus comentarios.

El trabajo de campo se desarrolló en una Finca que es propiedad de la estudiante. El problema de investigación surgió a raíz de su interés por analizar los problemas derivados de la deforestación que ella misma ha evidenciado. Durante el desarrollo del trabajo la estudiante se caracterizó por su responsabilidad y autoexigencia. Supo seguir las orientaciones brindadas destacándose su constancia y motivación personal para lograr una monografía de gran calidad que evidencian sus habilidades académicas y de análisis.

El supervisor debe firmar esta declaración; de lo contrario, es posible que no se otorgue una calificación final.

He leído la versión final de la monografía, la cual será entregada al examinador.

A mi leal saber y entender, la monografía es el trabajo auténtico del alumno.

He dedicado  horas a discutir con el alumno su progreso en la realización de la monografía.

Firma del supervisor:

Fecha

**Formulario de evaluación (para uso exclusivo del examinador)**

Criterios de evaluación	Nivel de logro					
	Examinador 1	Máximo	Examinador 2	Máximo	Examinador 3	
A Formulación del problema de investigación	2	2		2		
B Introducción	2	2		2		
C Investigación	3	4		4		
D Conocimiento y comprensión del tema	3	4		4		
E Argumento razonado	3	4		4		
F Aplicación de habilidades de análisis y evaluación apropiadas para la asignatura	3	4		4		
G Uso de un lenguaje apropiado para la asignatura	4	4		4		
H Conclusión	2	2		2		
I Presentación formal	3	4		4		
J Resumen	2	2		2		
K Valoración global	4	4		4		
Total (máximo 36)	31					

EFFECTO DE BORDE SOBRE LA HERBIVORIA EN UN FRAGMENTO DE BOSQUE  
DE GALERIA, EN EL DEPARTAMENTO DEL META-COLOMBIA

SISTEMAS AMBIENTALES Y SOCIEDADES

Código:

Número de palabras: 3.998

## RESUMEN

Una de las consecuencias del impacto humano es la fragmentación del hábitat. Debido a esto, en Colombia, se pierden miles de hectáreas al año, si esta situación continúa, en unas décadas algunos ecosistemas habrán desaparecido por completo. La fragmentación trae numerosas secuelas entre ellas el efecto de borde, el cual genera cambios a nivel abiótico y biótico alterando por ejemplo la composición de las especies de plantas y animales así como algunos procesos ecológicos claves para el funcionamiento de los ecosistemas tales como la herbivoría. El objetivo de este trabajo fue determinar y describir el efecto de borde sobre la herbivoría en un fragmento de bosques de galería, con el fin de contribuir al entendimiento de esta interacción ecológica en el contexto de un paisaje fragmentado. Con este fin se selecciono un fragmento de bosque y se realizo un transecto de 150m de longitud, realizando estaciones de muestreo cada 25m. En cada estación se colectaron 20 hojas con el fin de cuantificar el efecto de borde sobre el porcentaje de herbivoría total y para cada tipo de daño categorizado utilizando el método de cuadrículas. Adicionalmente se realizaron colectas de herbívoros con el objetivo de determinar si la abundancia y riqueza de insectos variaba en relación al borde. Los resultados obtenidos muestra que la herbivoría disminuye medida que la distancia al borde aumenta. Esto se puede relacionar con los factores abióticos en el borde, los cuales favorecerían la presencia de ciertos herbívoros. Se presentó variedad en los diferentes tipos de herbivoría categorizados, eso puede estar relacionado a la gran variedad de microhábitats disponibles en estos bosques en estado de sucesión que ocasiona que las diferentes especies de herbívoros se establezcan de manera oportunista. Es importante continuar estos estudios de forma que se puedan tomar medidas de conservación a futuro.

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a Dios y a mis padres por haber estado pendientes en todo momento de la investigación. A mi asesora, por toda la orientación dada. Sin duda, fueron un apoyo imprescindible para el desarrollo de la misma.

Además, a todos los que me dieron palabras de aliento para continuar estudiando a fondo con el propósito de obtener una excelente monografía que no solo quedara escrita en un papel, sino que pudiera concientizar de la realidad a la que nos enfrentamos si no cuidamos del lugar donde vivimos.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
TABLA DE CONTENIDO.....	iii
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. HERBIVORIA Y EFECTO DE BORDE.....	8
3. METODOLOGÍA.....	11
4. RESULTADOS.....	15
5. DISCUSIÓN.....	22
6. CONCLUSIONES.....	25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

Colombia es considerado como el segundo país megadiverso a nivel mundial. Se cataloga así debido a la gran riqueza natural que tiene, pues alberga aproximadamente el 10% de la flora y la fauna del planeta a pesar de que su extensión terrestre es del 0.7%.<sup>1</sup> Sin embargo, la riqueza natural que caracteriza al país está siendo disminuida debido la deforestación causada por actividades humanas tales como la agricultura, la ganadería y cultivos ilícitos. En Colombia, se pierden alrededor de 336,000 hectáreas al año y si esta situación continúa, se calcula que zonas como Chocó quedarán sin estos ecosistemas en 67 años.<sup>2</sup>

Cuando se habla de deforestación, no se puede pasar por alto una de sus consecuencias: la fragmentación. Esta se define como el proceso en el que un terreno con extensa vegetación, se transforma en fragmentos separados entre sí a causa de la actividad humana. Ese fenómeno, trae consigo numerosas secuelas como la pérdida de hábitat, el aislamiento de individuos, la pérdida de especies y el efecto de borde.<sup>3</sup>

El efecto de borde se define como el resultado de la interacción entre dos ecosistemas adyacentes, cuando ambos han sido separados por una transición abrupta.<sup>4</sup> Esto genera cambios en las condiciones de un ecosistema a nivel biótico y abiótico. Entre los efectos abióticos están los cambios en la radiación lumínica, humedad, velocidad del viento y los nutrientes del suelo. Los efectos a nivel biótico se refieren a los cambios a nivel biológico

---

<sup>1</sup> República de Colombia. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN INSTITUTO "ALEXANDER VON HUMBOLDT". *Política Nacional de Biodiversidad*. 1995. Web. <[http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica\\_nacional-biodiversidad.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica_nacional-biodiversidad.pdf)>.

<sup>2</sup> "Agencia de noticias UN." *UN lidera proyectos para frenar deforestación en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, 5 2011. Web. 20 Nov 2012. <<http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/nc/detalle/article/un-lidera-proyectos-para-frenar-deforestacion-en-colombia.html>>.

<sup>3</sup> Santos, T, and J.L Tellería. "Ecosistemas-Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente." *Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies*. Asociación Española de Ecología Terrestre, n.d. Web. 20 Nov 2012. <<http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/423.pdf>>.

<sup>4</sup> Murcia, Carolina. "Reviews." *Edge effects in fragmented forests: implications for conservations*. N.p.. Web. 25 Nov 2012.

en la composición de las especies de plantas y animales o en los modelos de competencia, depredación, herbivoría y parasitismo.<sup>5</sup>

Algunos estudios han afirmado que la fragmentación puede afectar las comunidades de insectos al cambiar su estructura y composición. Por esta razón es muy importante realizar estudios que permitan evidenciar las consecuencias del efecto de borde sobre los insectos y los procesos ecológicos en los que se ven involucradas estas especies tales como polinización, regulación de poblaciones y herbivoría<sup>6</sup>.

La herbivoría se define como la ingesta de plantas o partes de ellas por de animales. Al consumir las diferentes partes de las plantas, los herbívoros reducen la supervivencia de las plantas y limitan el tamaño de su población. Debido a que la energía fluye a través de las plantas a los diferentes niveles tróficos, estas interacciones entre plantas y herbívoros son considerados uno de los procesos ecológicos claves en el funcionamiento de los ecosistemas.

Debido a que los Llanos Orientales ha sido foco de actividades ganaderas y de cultivo en este proceso se ha ido atentando contra algunos de sus ecosistemas tales como el bosque de galería, dando lugar a la reducción de su área y a la fragmentación<sup>7</sup>, dejando a su paso alteraciones sobre la diversidad de plantas y animales y afectando los procesos ecológicos que ocurren dentro de los mismos. Por esta razón es importante realizar estudios que permitan determinar cuál es el efecto de borde en relación con la herbivoría en estos fragmentos de bosque de forma que al entender como se ve afectado este proceso se puedan tomar medidas de conservación efectivas.

---

<sup>5</sup> Fischer, Joern. "Global Ecology and Biogeography." *Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis*. N.p., n.d. Web. 20 Nov 2012.

<sup>6</sup>Thompson, j. N. 1996. Evolutionary ecology and the conservation of biodiversity. *Trends Ecol. Evol.* 11:300-303. Web. 20 Nov 2012.

<sup>7</sup> Fraija Fernández, Natalia, and Gonzalo E. Fajardo Medina. "Acta Biológica Colombiana." *CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DEL ORDEN Lepidoptera (Rhopalocera) EN CINCO DIFERENTES LOCALIDADES DE LOS LLANOS ORIENTALES COLOMBIANOS*. N.p., n.d. Web. 20 Nov 2012.

Teniendo en cuenta lo anterior el objetivo de este trabajo es determinar y describir el efecto de borde sobre la herbivoría en un fragmento de bosques de galería, con el fin de contribuir al entendimiento de esta interacción ecológica en el contexto de un paisaje fragmentado.

## 2. HERBIVORIA Y EFECTO DE BORDE

La herbivoría se define como la relación trófica existente entre plantas y animales.<sup>8</sup> Debido a que las plantas necesitan sobrevivir y subsistir, han presentado diferentes mecanismos defensivos contra los herbívoros con el fin de evitar su depredación o minimizar las consecuencias. Esos mecanismos pueden clasificarse en dos grupos: adaptación al consumo y resistencia al mismo.<sup>9</sup>

En el primer caso, hay cuatro tipos diferentes de defensa: adaptaciones morfológicas, mecanismos fisiológicos, mecanismos reproductivos y palatabilidad, que hace referencia a la sensación que produce la planta sobre su depredador.<sup>10</sup> En cuanto a las adaptaciones morfológicas, algunas plantas presentan una mayor tolerancia a la defoliación debido a que presentan yemas axilares y meristemas que les permiten un crecimiento más rápido después de que los herbívoros han consumido alguna parte de ellas. Adicionalmente, los mecanismos fisiológicos permiten que después de la defoliación, la restauración de los tejidos sea más rápida y efectiva.<sup>11</sup>

Las plantas utilizan esos tipos de mecanismos no como métodos de defensa sino como una forma de afrontar las perturbaciones tales como la defoliación o el pastoreo. En la mayoría de los casos esos métodos han ido evolucionando y por este motivo que después de haber sido alimento de algún animal, las plantas tienen la capacidad de regenerarse y seguirse reproduciendo eficazmente.<sup>12</sup>

Adicionalmente las plantas presentan protecciones mecánicas y químicas. Entre las primeras, se encuentran estructuras externas sobre las partes de la planta que permiten que

---

<sup>8</sup> Mariano, Nestor. "Tropisilva." *Herbivoría y cosexualidad en plantas: efectos indirectos del daño foliar*. Departamento de Ecología y Conservación.-CEAMISH-UAEM, n.d. Web. 24 Nov 2012. <<http://www.uaem.mx/ebe/april/nestor-april05.htm>>.

<sup>9</sup> Azorín, J., and D. Gómez. *ESTRATEGIAS DE LAS PLANTAS FRENTE AL CONSUMO POR LOS HERBIVOROS*. 13. Web. <[http://jolube.files.wordpress.com/2008/06/azorin\\_gomez\\_2008\\_hervbivoros.pdf](http://jolube.files.wordpress.com/2008/06/azorin_gomez_2008_hervbivoros.pdf)>.

<sup>10</sup> Ibid, p.189

<sup>11</sup> Ibid, p.190

<sup>12</sup> Ibid, p 192

aquellos que deseen afectarla salgan perjudicados, por ejemplo, la sílice en el pasto acelera el desgaste dental en los organismos que lo hayan digerido. Respecto a las segundas, las plantas son capaces de liberar toxinas cuando alguna de sus partes está intentando ser ingerida.<sup>13</sup>

A su vez, los animales presentan adaptaciones contra los mecanismos de defensa de las plantas. Las más utilizadas son defensas mecánicas, utilizando sus dientes para desgarrar los tejidos de las plantas y así obtener el alimento que necesitan. También presentan adaptaciones químicas tales como la producción de enzimas que impiden que las toxinas producidas por las plantas causen algún efecto sobre el organismo del herbívoro.<sup>14</sup>

### **Efecto de borde e interacciones ecológicas**

El término “efecto de borde” fue usado por primera vez en 1933 por Leopold, un ecólogo de la vida animal.<sup>15</sup> De esta manera, quiso explicar el aumento que hubo en la riqueza de especies de caza en el borde ubicado entre dos hábitats. Después, el término se amplió para incluir los impactos negativos del borde dentro de fragmentos de bosques bien conservados.<sup>16</sup>

Como se mencionó anteriormente, el efecto de borde se define como el resultado de la interacción entre dos ecosistemas adyacentes, cuando ambos han sido separados por una transición abrupta (borde).<sup>17</sup> Al comparar el borde con el interior se observa que en el borde hay mayor intensidad lumínica y en este lugar, las corrientes de viento pasan con mayor fuerza provocando una disminución de dosel y una estratificación vertical reducida cerca de

---

<sup>13</sup> Azorín, J., and D. Gómez. *ESTRATEGIAS DE LAS PLANTAS FRENTE AL CONSUMO POR LOS HERBÍVOROS*. 13. Web. <[http://jolube.files.wordpress.com/2008/06/azorin\\_gomez\\_2008\\_hervbivoros.pdf](http://jolube.files.wordpress.com/2008/06/azorin_gomez_2008_hervbivoros.pdf)>.

<sup>14</sup> Almodo, . Web. <<http://web63.justhost.com/~xentrop1/Cuáles-son-algunas-adaptaciones-del-herbivoro-para-plantar-la-defensa.php>>.

<sup>15</sup> López Barrera, F., J.J Armesto, G. Williams-Linera, C. Smith-Ramírez, and R.H Manson. "Fragmentation and Edge Effects on Plant–Animal Interactions, Ecological Processes and Biodiversity." *Fragmentation and Edge Effects on Plant–Animal Interactions, Ecological Processes and Biodiversity*. 4. n. page. Web. 20 Nov. 2012.

<sup>16</sup> Ibid, p 71

<sup>17</sup> Murcia, Carolina. "Reviews." *Edge effects in fragmented forests: implications for conservations*. N.p.. Web. 25 Nov 2012.

los bordes del bosque. Con el tiempo, tanto la vegetación como los animales se ven afectados: cerca del 80% de las plantas del borde son reemplazadas por especies pioneras y se generan cambios en la composición y abundancia de especies animales debido a las nuevas condiciones del medio.<sup>18</sup>

Por lo tanto, si se compara el interior del bosque con su borde, se podría decir que hay cambios sobre la riqueza de especies de plantas, sobre la composición de flora y fauna a nivel taxonómico y ecológico, además de heterogeneidad de microhábitats.<sup>19</sup>

Existen muchos tipos de bordes y los efectos sobre las especies de plantas y animales vegetales varían en cierta medida. En cuanto a la herbivoría, algunos estudios revelan que hay un mayor índice de herbivoría en el borde de un fragmento que en su interior. Esto parece estar asociado a una mayor actividad de los insectos, pues estos pueden verse atraídos por la mayor productividad presente en estos hábitats de dosel abierto.<sup>20</sup>

Aunque es de gran importancia conocer el efecto del borde sobre la herbivoría en bosques fragmentados, no se ha hecho mucha investigación sobre el tema. Teniendo en cuenta que las especies no están aisladas, sino que interactúan entre ellas, cuando hay alteraciones del hábitat como ocurre con la fragmentación probablemente habrá alteraciones sobre el desarrollo normal de estos procesos ecológicos que si se llegaran a examinar y entender, podrían contribuir a su vez a la formulación de planes de conservación efectivos.

---

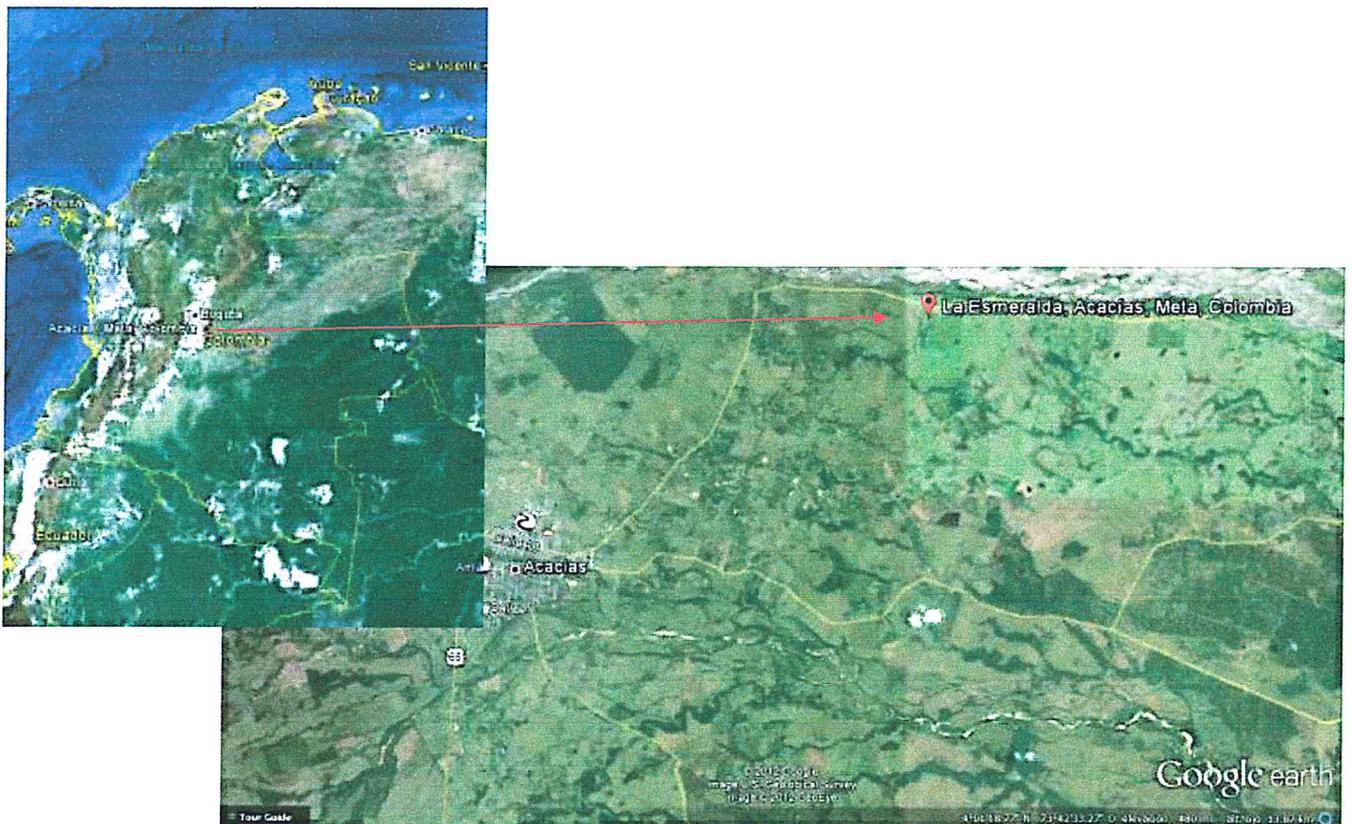
<sup>18</sup> Wirth, Rainer, Sebastián T. Meyer, Inara R. Leal, and Marcelo Tabarelli. "Plant Herbivore Interactions at the Forest Edge." . University of Kaiserslautern, n.d. Web. 24 Nov 2012.

<sup>19</sup> Ibid, p. 432

<sup>20</sup> López Barrera et al, Op. cit.

### 3. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el mes de septiembre de 2012 en la vereda La Esmeralda ubicada en el municipio de Acacias, en el departamento del Meta (4° 01'18.77" N y 73° 42'33.27" O) a 480 msnm (Figura 1). Acacias tiene una temperatura promedio de 24°C y precipitaciones entre 2,000 y 6,000 mm al año.



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio.

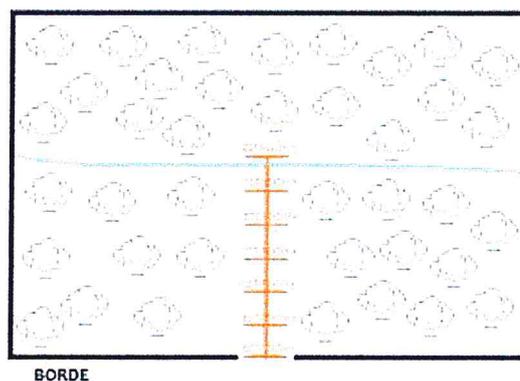
El fragmento de bosque de galería, se encontraba en medio de dos zonas ganaderas, por tanto, limitaba con amplias áreas cubiertas de pastizal y estaba atravesado por una corriente de agua. La mayoría de los árboles no superaban los 25 cm de DAP, por lo que se puede concluir que el bosque no era de mucha antigüedad y estaba en sucesión secundaria. También se pudo observar varias zonas donde no había tanta cobertura de dosel lo que incurría en la alta incidencia de claros. (Figura 2)

La vegetación del bosque es riparia y se caracteriza por depender de la proximidad al cauce del río y esta adaptada a inundaciones periódicas. Entre las especies que habitan este tipo de bosques, se encuentran: *Ulmus minor*, *Populus alba*, *Pinus halepensis*, *Salix sp.*, *Arundo donax* y *Colutea arborescens*.<sup>21</sup>



**Figura 2.** Imágenes del Área de estudio

Dentro del fragmento se trazo un transecto de 150 metros desde el borde hacia el interior y se realizaron 7 estaciones de muestreo: una cada 25 metros, empezando con la estación 1: 0 metros, estación 2: 25 metros, y así hasta llegar a los 150m. (Figura 3)



**Figura 3.** Bosquejo del transecto realizado en el fragmento de bosque

Por cada estación se eligió un árbol adulto al azar y de él se escogieron 20 hojas colectando únicamente las hojas verdes, almacenándolas en bolsas herméticas marcadas con el número de la estación. (Figura 4)

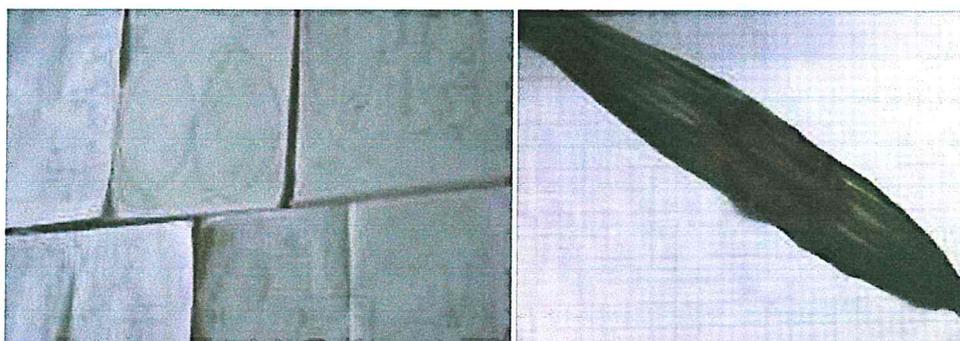
<sup>21</sup> Alcaldía municipal de Acacias, . *Acacias, la decisión correcta*. Acacias: Web. <<http://www.acacias-meta.gov.co/index.shtml>>



**Figura 4.** Colecta de hojas

### **Cuantificación de área foliar y herbivoría**

Se cuantificó el área foliar mediante el método de cuadrículas, que consiste en contar el número de cuadros ocupados por la hoja y por cada tipo de daño. Los bordes de las hojas que faltaron se reconstruyeron extrapolando los márgenes intactos de las hojas (Figura 5).



**Figura 5.** Cuantificación del área foliar total y área foliar perdida mediante el método de cuadrículas.

Se cuantificaron tres tipos de daño (Figura 6):

1. Mordeduras: daño presente a lo largo de la hoja
2. Agujeros: son perforaciones o aperturas adjuntas dentro de la hoja
3. Manchas necróticas o cicatrices: ocasionadas por el ataque de orugas u otros insectos que muerden superficialmente el tejido de la hoja.



1. Mordeduras

2. Agujeros

3. Manchas Necróticas

**Figura 6.** Tipos de daño categorizados: mordedura, agujeros y manchas necróticas.

### Captura de insectos

Se realizaron capturas manuales de los insectos ubicados en el árbol escogido, después se introdujeron en un recipiente con alcohol marcado debidamente etiquetado con el número de la estación. Después, se ubicó un plástico blanco en el suelo y se sacudió el árbol con el propósito de que cayeran para poderlos recolectarlos (Figura 7).



**Figura 7.** Colecta de insectos

### Factores abióticos

Los factores abióticos se midieron utilizando sensores de temperatura y humedad relativa de Vernier (Figura 8). En cada estación, se esperaba entre 15 y 20 minutos para que el sensor lograra determinar con mayor exactitud las variables y después se registraron los datos en una tabla de Excel.



**Figura 8.** Toma de factores abióticos

#### 4. RESULTADOS

Se colectaron 140 hojas de a partir de 7 estaciones en un transecto de 150 metros de longitud (Tabla 1).

**Tabla 1.** Número total de hojas colectadas, el área foliar total y área foliar perdida (mm<sup>2</sup>) y porcentaje de pérdida foliar.

Número total de árboles	Número total de hojas	Área foliar total (mm <sup>2</sup> )	Área foliar perdida (mm <sup>2</sup> )	Área foliar perdida (%)
7	140	1943942	72872	3,75

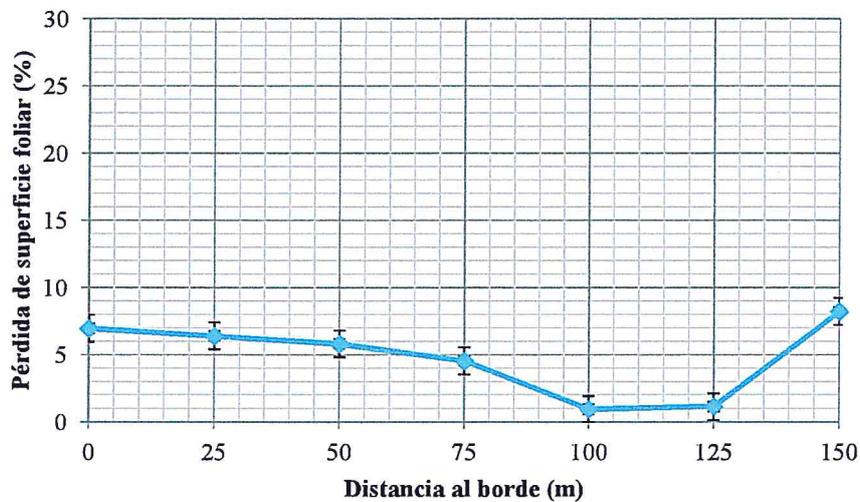
##### Efecto de la distancia al borde sobre la herbivoría

En la estación 1, se registró un 6,96% de pérdida por herbivoría. En la estación 2, el porcentaje de pérdida fue de 6,41%. En la estación 3, la pérdida fue del 5,83%. En la estación 4, la pérdida por herbivoría fue de 4,55%. En la estación 5, el daño fue de 0,95%. En la estación 6 ubicada a 125 metros desde el borde, se encontró una pérdida foliar del 1,15%. Finalmente, en la estación 7 la pérdida foliar fue de 8,22% (Tabla 2).

El mayor porcentaje de pérdida por herbívora se dio a en la estación 7 a 150 metros del borde con 8,22% de pérdida foliar, mientras que, el menor índice de herbivoría se dio a en la estación 5 a 100 metros del borde, con un 0,95% de pérdida (Figura 9).

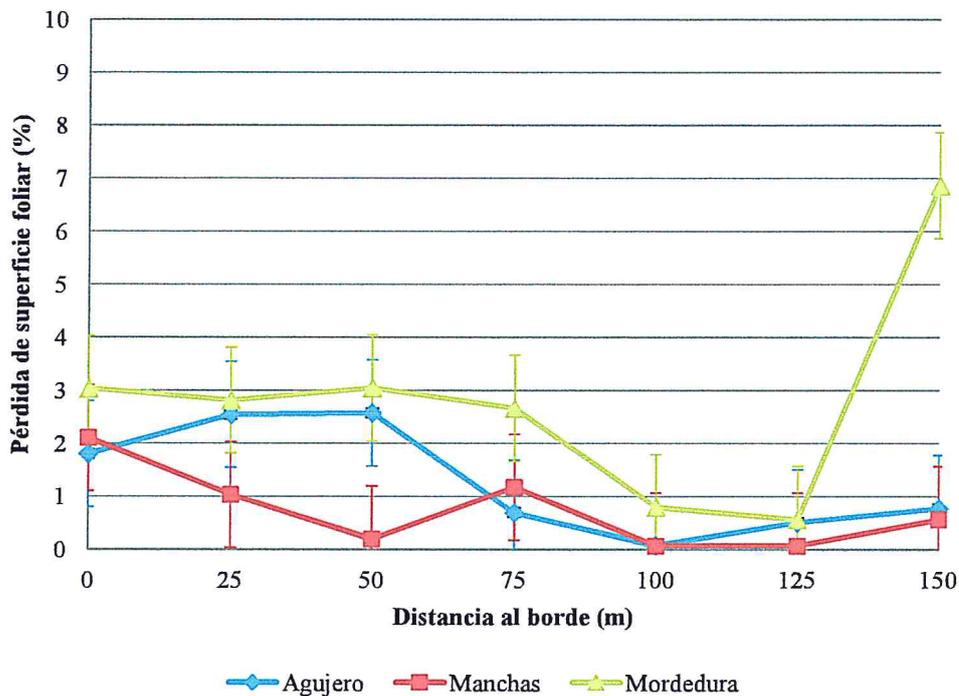
**Tabla 2.** Área foliar total (mm<sup>2</sup>), área foliar perdida (mm<sup>2</sup>) y porcentaje del área foliar perdida en cada una de las estaciones de muestreo.

Distancia al borde(m)	Número de hojas	Área foliar Total (mm <sup>2</sup> )	Área foliar Perdida (mm <sup>2</sup> )	Área foliar Perdida (%)
0	20	240721	16743	6,96
25	20	120265	7704	6,41
50	20	516548	30110	5,83
75	20	111402	5066	4,55
100	20	327835	3129	0,95
125	20	585817	6723	1,15
150	20	41355	3398	8,22



**Figura 9.** Relación entre la distancia al borde y el porcentaje de pérdida foliar por herbivoría.

En relación a los diferentes tipos de herbivoría, se observa que cada uno presentó una tendencia diferente a lo largo del transecto. En el caso de las manchas necróticas, se puede observar que a medida que la distancia al borde aumenta, el daño va disminuyendo aunque con ciertas variaciones. En el caso de los agujeros, al principio aumenta, luego empieza a disminuir considerablemente y al final vuelve a presentarse un incremento. En cuanto al daño por mordeduras se puede apreciar que se mantiene constante, después a 100 metros de distancia del borde empieza a disminuir y en el último punto de muestreo tiene un aumento considerable (Figura 10.)



**Figura 10.** Relación entre la distancia al borde y cada tipo de herbivoría analizado (mordedura, manchas necróticas y agujeros).

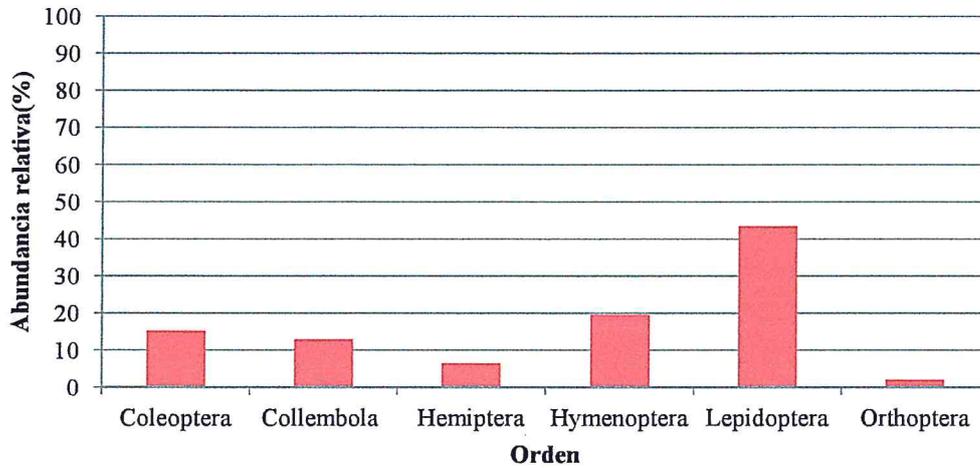
### Riqueza de órdenes y distancia al borde

Se colectaron 46 individuos pertenecientes a 6 órdenes diferentes (Tabla 3):

**Tabla 3.** Total de individuos encontrados y su abundancia, clasificados por Orden Taxonómico

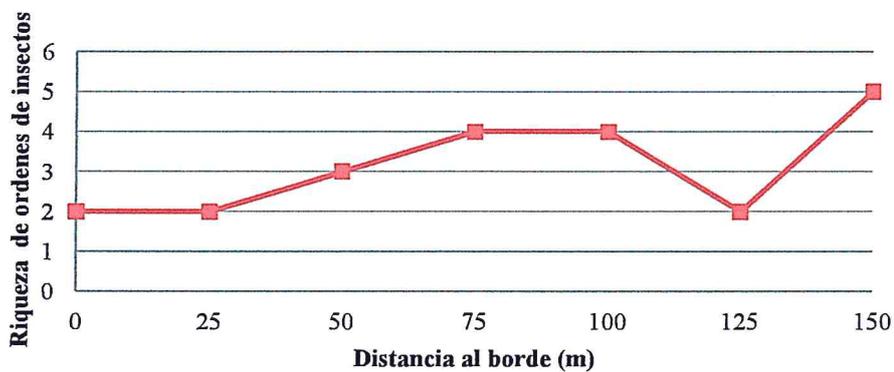
	ORDEN TAXONÓMICO					
	Coleoptera	Collembola	Hemiptera	Himenoptera	Lepidoptera	Orthoptera
Total	7	6	3	9	20	1
Abundancia relativa (%)	15,22	13,04	6,52	19,57	43,48	2,17

El orden más abundante fue el Lepidoptera con un valor de 43,48% y el que resultó con la menor abundancia fue el Orthoptera con el 2,17%. (Figura 11)



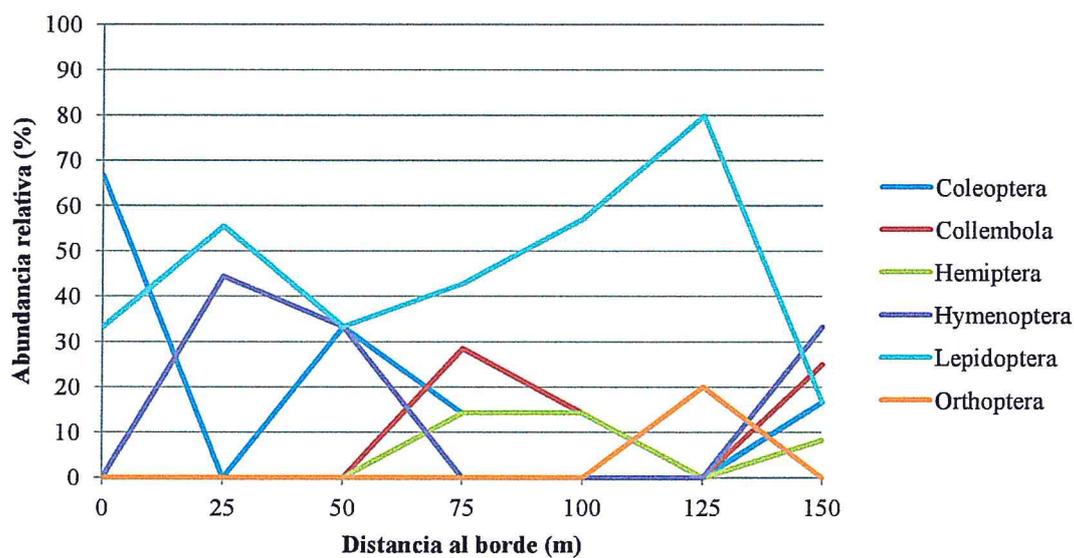
**Figura 11.** Abundancia relativa de los órdenes de insectos colectados en el transecto.

En cuanto a la riqueza de órdenes a lo largo del transecto, se puede observar que, a pesar de algunos picos, el número de órdenes va aumentando conforme se adentra en el bosque. (Figura 12).



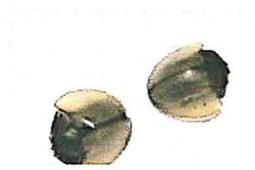
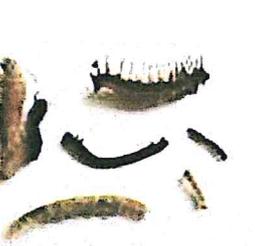
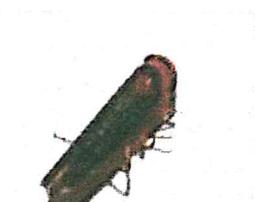
**Figura 12.** Riqueza de órdenes de insectos en relación a la distancia al borde.

La abundancia relativa de los insectos a lo largo del transecto es muy variada. Mientras que unos órdenes se manifiestan desde el borde del bosque, otros por el contrario aparecen en algunas estaciones (Orthoptera) y algunos solo están en las primeras estaciones y en la última (Hymenoptera). En el caso del orden Lepidoptera aunque no se registra de manera constante, si tiene una gran representación en todos los puntos de muestreo (Figura 13). Algunos de los individuos colectados se observan en la tabla 4.



**Figura 13.** Abundancia relativa de cada orden de insectos en relación a la distancia al borde.

**Tabla 4. Fotografía de los individuos colectados, clasificados por Orden Taxonómico**

Orden	Fotografía
<b>COLEOPTERA</b>	
<b>COLLEMBOLA</b>	
<b>HEMIPTERA</b>	
<b>HYMENOPTERA</b>	
<b>LEPIDOPTERA</b>	
<b>ORTHOPTERA</b>	

### Efecto de borde sobre las variables ambientales

La temperatura no disminuyo constantemente sino que baja considerablemente de los 0 a los 25 metros y luego vuelve a subir a los 50 metros, después de eso disminuye sin mayor alteración (Figura 14).

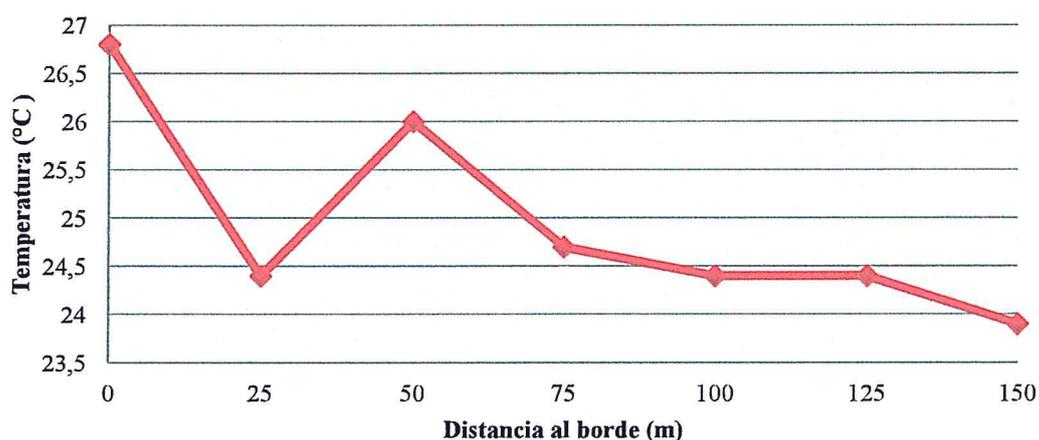


Figura 14. Temperatura registrada a lo largo del transecto

En cuanto a la humedad relativa, se puede observar que va aumentando a medida que la distancia al borde es mayor (Figura 15).

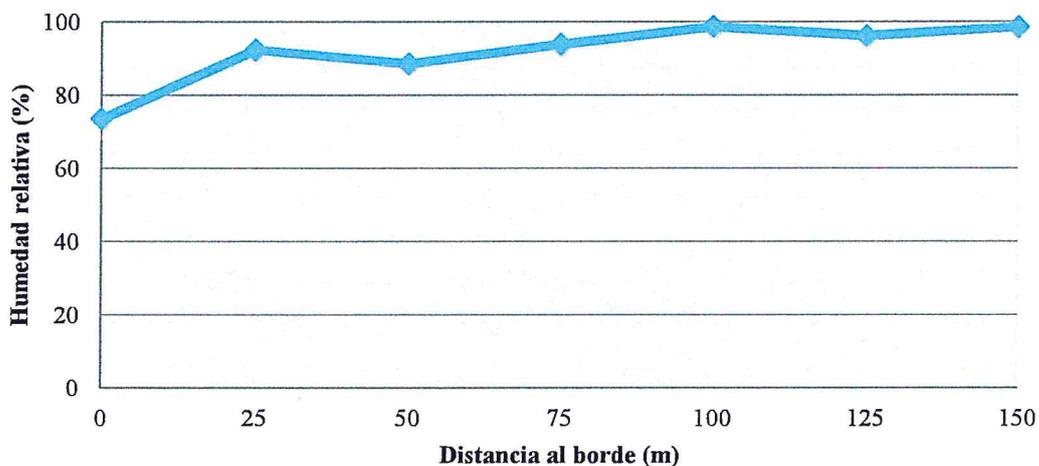


Figura 15. Datos de humedad relativa a lo largo del transecto

## 5. DISCUSIÓN

### **Efecto de la distancia al borde sobre la herbivoría**

A medida que aumenta la distancia al borde la pérdida de superficie foliar por herbivoría va disminuyendo, sin embargo, hay un incremento en la última estación ubicada a 150 metros del borde. Esto se puede relacionar con los factores abióticos en el borde donde hay mayor temperatura y radiación lumínica que en el interior del bosque lo cual favorece la presencia de ciertos herbívoros.<sup>22</sup>

Adicionalmente, se ha encontrado que la mayor tasa de herbivoría en el borde puede estar relacionada con los cambios en la palatabilidad de las plantas. Algunos estudios han evidenciado que las alteraciones a nivel de microhábitat cerca del borde afectan el desempeño de la planta haciendo que las hojas sean más agradables para el herbívoro ya que contienen una mayor concentración de nitrógeno y azúcares solubles.<sup>23</sup>

Teniendo en cuenta lo anterior se esperaría que existiera una mayor densidad de herbívoros, lo cual se debería traducir en una mayor pérdida foliar por herbivoría, sin embargo, los porcentajes de pérdida foliar fueron bajos (entre 0,95% y 8,22%). Una posible explicación es que al tratarse de un bosque en sucesión, la alta productividad de las especies pioneras en el borde enmascaran el verdadero alcance de la pérdida foliar por herbivoría.<sup>24</sup>

En cuanto al aumento de la herbivoría en la última estación hay que mencionar que estaba ubicada a al otro lado de una corriente natural de agua. Algunos estudios revelan que los nacederos de aguas favorecen el establecimiento de una flora asociada a la herbivoría de las

---

<sup>22</sup> Wirth, Rainer, Sebastián T. Meyer, Inara R. Leal, and Marcelo Tabarelli. "Plant Herbivore Interactions at the Forest Edge." . University of Kaiserslautern, n.d. Web. 24 Nov 2012.

<sup>23</sup> Ibid, p. 434

<sup>24</sup> Ibid, p. 441

larvas de algunos lepidópteros lo cual puede explicar el elevado índice de herbivoría en este lugar.<sup>25</sup>

En relación a los diferentes tipos de herbivoría cuantificados, cada uno presentó una tendencia diferente a lo largo del transecto. En el caso de las manchas necróticas, hay una disminución constante a medida que la distancia al borde va aumentando excepto en los puntos de muestreo ubicados a 75 y 150 metros donde se observa un incremento. Este tipo de daño es causado generalmente por insectos succionadores del orden Hemiptera, o por larvas del orden Díptera que se encuentran mejor adaptadas a altas temperaturas propias de los bordes.<sup>26</sup>

En relación a la herbivoría por agujeros, se observaron diferencias en la pérdida foliar entre las estaciones lo cual se puede atribuir que este tipo de herbivoría es ocasionada en su mayoría por insectos pertenecientes al orden Lepidoptera, Coleoptera y Orthoptera los cuales se estarían distribuyendo en el fragmento de forma oportunista de acuerdo a la gran variedad de microhábitats disponibles en estos bosques en estado de sucesión.<sup>27</sup>

En cuanto a la herbivoría por mordeduras, se observa que en los primeros 75 metros se mantiene constante y después presenta una disminución drástica. Finalmente aumenta abruptamente en el último punto de muestreo ubicado a los 150 metros del borde. La tendencia constante en las primeras estaciones se puede relacionar con que las especies causantes de este tipo de herbivoría son en su mayoría del orden Lepidoptera, pudiéndose tratar de especies de mariposas características de zonas abiertas y bordes que son propias del pastizal cercano y tendrían facilidad para adaptarse a las condiciones del borde del fragmento, donde el clima es más cálido y hay mayor incidencia de luz solar.<sup>28</sup>

---

<sup>25</sup> Montero A., Fredy, María Moreno P., and Luis Carlos Gutiérrez M. 13.2 157 - 173. Web. 30 Nov. 2012. <<http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v13n2/v13n2a12.pdf>>.

<sup>26</sup> Romero, Isabel C., Jaime R. Cantera, and Enrique J. Peña S. "Revista de Biología Tropical." *Consumo de hojas por herbívoros en manglares del estuario del Río Dagua, Costa Pacífica Colombiana*. N.p., n.d. Web. 19 Nov 2012. <[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442006000400019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442006000400019&script=sci_arttext)>.

<sup>27</sup> Wirth et al, Op. Cit

<sup>28</sup> Ibid, p. 426

El aumento en la pérdida de superficie foliar por mordedura en la última estación podría atribuirse lo mencionado anteriormente y es que esta última estación estaba ubicada después de un caño lo que favorece el establecimiento de una flora asociada a la herbivoría de las larvas de algunos lepidópteros.

### **Riqueza de órdenes y distancia al borde**

En relación a la abundancia relativa por órdenes, la mayoría de los individuos registrados pertenecen al orden Lepidoptera lo cual se relaciona con el porcentaje de superficie foliar perdido por mordedura y agujeros.

En cuanto a la riqueza de ordenes se observó que a medida que la distancia al borde va aumentando, la riqueza de ordenes también aumenta. Esta variación puede tener relación con el estado de sucesión en el que se encuentra el bosque lo que ocasiona que en algunos lugares la cobertura de dosel sea mayor a otros, y por tanto, los factores abióticos se vean modificados dando lugar a que los herbívoros no se establezcan en un solo punto, sino que estén presentes a lo largo del transecto en diferentes proporciones.

### **Efecto de borde sobre las variables ambientales**

Al comparar los datos de temperatura y humedad se observa que mientras la temperatura tiende a disminuir a medida que la distancia al borde aumenta, la humedad por el contrario, tiene un aumento constante. Esto se relaciona con la mayor incidencia de luz solar en el borde la cual hace que la temperatura al inicio sea mayor y la humedad relativa del aire sea menor. A medida que se adentra el transecto en el bosque, hay una menor incidencia de luz solar pues en cierta medida la cobertura de dosel es mucho mayor.

De todas formas tal y como se menciona al inicio el fragmento de bosque muestreado está en sucesión y presenta gran heterogeneidad lo cual hace que los factores abióticos presenten variaciones generando microclimas.

## 6. CONCLUSIONES

1. La herbivoría va disminuyendo a medida que la distancia al borde va aumentando. Esto se puede relacionar con los factores abióticos en el borde, los cuales favorecerían la presencia de ciertos herbívoros. También con posibles cambios en la mayor palatabilidad de las plantas. El hecho de que los porcentajes de pérdida de superficie foliar fueron bajos se probablemente se debe a la mayor productividad de las plantas pioneras en esta zona, lo cual enmascara el porcentaje real de daño.
2. Se presentó variedad en el comportamiento de los diferentes tipos de herbivoría categorizados, eso puede estar relacionado a la gran variedad de microhábitats disponibles en estos bosques en estado de sucesión que ocasiona que las diferentes especies de herbívoros se establezcan de manera oportunista.
3. El orden que tuvo mayor representación fue el Orden Lepidoptera, esto puede deberse a que algunas especies de mariposas son características de zonas abiertas y bordes por lo que tendrían facilidad para adaptarse a las condiciones del borde del fragmento donde hay gran variedad de especies de plantas adecuadas para el desarrollo de las larvas. A su vez la presencia de nacederos de agua dentro del fragmento favorecería la presencia de otras especies de mariposas asociadas a la vegetación característica de este tipo de hábitat.
4. En cuanto a las variables ambientales, se observó que mientras la temperatura tiende a disminuir a medida que la distancia al borde aumenta, la humedad por el contrario, tiene un aumento constante. Esto se puede relacionar con la mayor incidencia de luz en el borde y a su vez, por la mayor cobertura de dosel que se encuentra en el interior. Sin embargo, se presentaron pequeñas variaciones que se atribuyen a la gran heterogeneidad de la vegetación lo cual hace que los factores abióticos presenten variaciones generando microclimas.
5. Una de las limitaciones de este estudio fue el número de transectos realizados y la falta de métodos adecuados para la colecta de insectos. Para un próximo estudio, se recomienda hacer más transectos con el fin de complementar estos datos y tener resultados más consistentes. También se propone el uso de trampas específicas para cada orden de insectos de forma que se asegure la captura de los mismos.

6. Es importante seguir haciendo estudios ya que como se menciono antes la herbivoría puede afectar el proceso de regeneración de los bosques por lo que es muy importante estudiar no solamente la fragmentación y sus efectos sobre las especies sino sobre los procesos ecológicos que se ven involucrados de forma que se puedan tomar medidas de conservación efectivas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. "Agencia de noticias UN." *UN lidera proyectos para frenar deforestación en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, 5 2011. Web. 20 Nov 2012. <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/nc/detalle/article/un-lidera-proyectos-para-frenar-deforestacion-en-colombia.html>
2. Alcaldía municipal de Acacias, . *Acacias, la decisión correcta*. Acacias: Web. <http://www.acacias-meta.gov.co/index.shtml>
3. Almodo, . Web. <http://web63.justhost.com/~xentrop1/Cuáles-son-algunas-adaptaciones-del-herbívoro-para-plantar-la-defensa.php>
4. Thompson, j. N. 1996. Evolutionary ecology and the conservation of biodiversity. *Trends Ecol. Evol.* 11:300-303.
5. Azorín, J., and D. Gómez. *Estrategias de las plantas frente al consumo por los herbívoros*. 13. Web. [http://jolube.files.wordpress.com/2008/06/azorin\\_gomez\\_2008\\_hervbivoros.pdf](http://jolube.files.wordpress.com/2008/06/azorin_gomez_2008_hervbivoros.pdf)
6. Fischer, Joern. "Global Ecology and Biogeography." *Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis*. N.p., n.d. Web. 20 Nov 2012. [http://crs.itb.ac.id/media/jurnal/Refs/Download/22Apr/Fischer\\_e\\_Lindenmayer\\_%202007-3.pdf](http://crs.itb.ac.id/media/jurnal/Refs/Download/22Apr/Fischer_e_Lindenmayer_%202007-3.pdf)
7. Fraija Fernández, Natalia, and Gonzalo E. Fajardo Medina. "Acta Biológica Colombiana." *Caracterización de la fauna del orden lepidoptera (rhopalocera) en cinco diferentes localidades de los llanos orientales colombianos*. N.p., n.d. Web. 20 Nov 2012. <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v11n1/v11n1a05.pdf>
8. López Barrera, F., J.J Armesto, G. Williams-Linera, C. Smith-Ramírez, and R.H Manson. "Fragmentation and Edge Effects on Plant–Animal Interactions, Ecological Processes and Biodiversity." *Fragmentation and Edge Effects on Plant–Animal Interactions, Ecological Processes and Biodiversity*. 4. n. page. Web. 20 Nov. 2012. [http://www.ieb-chile.cl/uploads/publicaciones/1\\_Lopez\\_et al\\_2007\\_%20BiodiversityLoss.pdf](http://www.ieb-chile.cl/uploads/publicaciones/1_Lopez_et al_2007_%20BiodiversityLoss.pdf)

9. Mariano, Nestor. "Tropisilva." *Herbivoría y cosexualidad en plantas: efectos indirectos del daño foliar*. Departamento de Ecología y Conservación.-CEAMISH-UAEM, n.d. Web. 24 Nov 2012. <http://www.uaem.mx/ebe/april/nestor-april05.htm>
10. Montero A., Fredy, María Moreno P., and Luis Carlos Gutiérrez M. 13.2 157 - 173. Web. 30 Nov. 2012. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v13n2/v13n2a12.pdf>
11. Murcia, Carolina. "Reviews." *Edge effects in fragmented forests: implications for conservations*. N.p.. Web. 25 Nov 2012. [http://research.eeescience.utoledo.edu/lees/teaching/eees4760\\_05/murcia95.pdf](http://research.eeescience.utoledo.edu/lees/teaching/eees4760_05/murcia95.pdf)
12. República de Colombia. Ministerio Del Medio Ambiente Departamento Nacional De Planeación Instituto "Alexander Von Humboldt". *Política Nacional de Biodiversidad*. 1995. Web. [http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica\\_nacional-biodiversidad.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica_nacional-biodiversidad.pdf)
13. Romero, Isabel C., Jaime R. Cantera, and Enrique J. Peña S. "Revista de Biología Tropical." *Consumo de hojas por herbívoros en manglares del estuario del Río Dagua, Costa Pacífica Colombiana*. N.p., n.d. Web. 19 Nov 2012. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442006000400019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442006000400019&script=sci_arttext)
14. Santos, T, and J.L Tellería. "Ecosistemas-Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente." *Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies*. Asociación Española de Ecología Terrestre, n.d. Web. 20 Nov 2012. <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/423.pdf>
15. Wirth, Rainer, Sebastián T. Meyer, Inara R. Leal, and Marcelo Tabarelli. "Plant Herbivore Interactions at the Forest Edge." . University of Kaiserslautern, n.d. Web. 24 Nov 2012. [http://www.researchgate.net/publication/225846323\\_Plant\\_Herbivore\\_Interactions\\_at\\_the\\_Forest\\_Edge](http://www.researchgate.net/publication/225846323_Plant_Herbivore_Interactions_at_the_Forest_Edge)