

**CAMBIOS EN COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE ARCTIIDAE Y SATURNIIDAE  
(LEPIDOPTERA: HETEROCERA) EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN LA  
RESERVA NATURAL TAMBITO MUNICIPIO DE EL TAMBO**

ANDERSON MUÑOZ QUINTERO

Proyecto de grado para optar al título de Biólogo

Directora  
Ángela R. Amarillo Suárez, Ph. D  
Profesora Asistente  
Departamento de Ecología y Territorio  
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá

Asesora  
Giselle Zambrano González, M. Sc.  
Profesora Auxiliar  
Departamento de Biología  
Universidad del Cauca, Popayán

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2008**

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN .....	15
INTRODUCCIÓN .....	11
1. ESTADO DEL ARTE .....	12
1.1 GRUPOS DE ESTUDIO.....	13
1.1.1. Familia Saturniidae .....	14
1.1.2. Familia Arctiidae .....	17
2. OBJETIVOS .....	20
2.1 Objetivo General.....	20
2.2 Objetivos específicos .....	20
3. METODOLOGIA .....	21
3.1 ÁREA DE ESTUDIO .....	21
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.2.1. Estaciones de muestreo .....	23
3.2.2. Colecta de material .....	25
3.2.3. Identificación y registro del material .....	26
3.2.4. Análisis de datos .....	26
4. RESULTADOS .....	28
4.1. REPRESENTATIVIDAD DE LA MUESTRA.....	30
4.1.1. ....	30

4.1.2. Chao <sub>1</sub> y Jackknife <sub>1</sub> .....	30
4.2. DIVERSIDAD ALFA.....	31
4.2.1. Riqueza .....	31
4.2.2. Distribución Altitudinal. ....	33
4.2.3. Índice de diversidad de Margalef: .....	34
4.2.4. Índice de diversidad de Shannon. ....	34
4.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS Y ESTADÍSTICOS .....	35
4.3.1. Estadístico Kruskal – Wallis.....	35
4.4. DIVERSIDAD BETA.....	37
4.4.1. Índice de distancia de Bray Curtis. ....	37
5. DISCUSIÓN .....	38
6. CONCLUSIONES .....	44
7. RECOMENDACIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA .....	46

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Especies de Arctiidae y Saturniidae en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	28
<b>Tabla 2.</b> Eficiencia de muestreo para la familia Arctiidae en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	31
<b>Tabla 3.</b> Eficiencia de muestreo para la familia Saturniidae en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	31
<b>Tabla 4.</b> Diversidad de Margalef ( $D_{mg}$ ) para Saturniidae y Arctiidae en cada nivel altitudinal de la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	34
<b>Tabla 5.</b> Diversidad de Shannon ( $H'$ ) para Saturniidae y Arctiidae en cada nivel altitudinal de la reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	35
<b>Tabla 6.</b> Prueba de rangos múltiples para la familia Arctiidae, comparando la riqueza entre pares de altitudes.....	35
<b>Tabla 7.</b> Prueba de rangos múltiples para la familia Saturniidae, comparando la riqueza entre pares de altitudes.....	35
<b>Tabla 8.</b> Comparación de las especies de Saturniidae registradas en la Reserva Natural Tambito con los datos de cuatro trabajos realizados en Colombia.....	39
<b>Tabla 9.</b> Distribución altitudinal de las especies de Saturniidae según Amarillo 2000 y lo encontrado en este trabajo.....	40

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> a) Lepidóptero adulto y b) aparato bucal de un lepidóptero. ....	13
<b>Figura 2.</b> Antenas de lepidópteros.....	14
<b>Figura 3.</b> Adultos Hemileucinae. <b>A.</b> <i>Hylesia continua</i> <b>B.</b> <i>Rhodirphia carminata</i> .....	15
<b>Figura 4.</b> Saturnidos subfamilia Ceratocampinae <b>A.</b> <i>Eacles imperialis</i> <b>B.</b> <i>Eacles ormondei</i> .....	15 - 16
<b>Figura 5.</b> Adultos subfamilia Saturniinae. <b>A</b> <i>Rothschildia orizaba</i> <b>B</b> <i>Copaxa multifenestrata</i> .....	16
<b>Figura 6.</b> Ártidos Adultos (Arctiidae: Arctiinae).....	18
<b>Figura 7.</b> Género <i>Agylla</i> (Arctiidae Lithosiinae).....	18
<b>Figura 8.</b> <i>Calonostus quadriguttata</i> (Ctenuchinae adulto).....	19
<b>Figura 9.</b> Género <i>Disschema</i> (Arctiidae: Pericopinae).....	19
<b>Figura 10.</b> Mapa de la Reserva Natural Tambito, indicando los sitios de estudio.....	22
<b>Figura 11.</b> Estación Tambito (1448 msnm).....	24
<b>Figura 12.</b> Estación Esperanza (1631 msnm).....	24
<b>Figura 13.</b> Estación Mirabilis (2068 msnm).....	25
<b>Figura 14</b> Trampa de luz.....	26
<b>Figura 15.</b> Curvas de acumulación de especies. a) Saturniidae b) Arctiidae.....	30
<b>Figura 16.</b> Distribución de la riqueza de las subfamilias de Arctiidae en un gradiente altitudinal en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	32
<b>Figura17.</b> Distribución de la riqueza de los géneros de Arctiidae en un gradiente altitudinal de la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	32

<b>Figura 18.</b> Distribución de la riqueza de subfamilias de Saturniidae en un gradiente altitudinal de la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	33
<b>Figura 19.</b> Distribución de la riqueza de los géneros de Saturniidae en un gradiente altitudinal de la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	33
<b>Figura 20.</b> Patrón de distribución de riqueza de Arctiidae (a) y Saturniidae (b) en un gradiente altitudinal en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.....	34
<b>Figura 21.</b> Resultados de la prueba de rangos múltiples Familia Arctiidae. Se observa las altitudes que presentaron las diferencias significativas, se puede ver también la similitud entre esta figura y la tendencia de distribución altitudinal para la familia Arctiidae.....	36
<b>Figura 22.</b> Resultados de la prueba de rangos múltiples Familia Saturniidae. Se observa las altitudes que presentaron diferencias, se puede ver también la similitud entre esta figura y la tendencia de distribución altitudinal para la familia Saturniidae.....	36
<b>Figura 23.</b> Dendrográma de Bray Curtis para la familia Arctiidae a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva Natural Tambito, Cauca Colombia.....	37
<b>Figura 24.</b> Dendrográma de Bray Curtis para la comparación de los valores de distribución de la familia Saturniidae a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva Natural Tambito, Cauca Colombia .....	37

## RESUMEN

Se determinó y comparó la distribución de la riqueza de especies en un gradiente altitudinal en dos familias de lepidópteros (Arctiidae y Saturniidae) en la Reserva Natural Tambito, (El Tambo, Cauca, Colombia). Se realizaron 7 sesiones de trabajo en cada una de las estaciones que se ubicaron a 1448, 1631 y 2068 msnm. Se utilizó una trampa de luz como método de captura y se comparó la composición y el patrón de variación de la diversidad de las familias en los niveles altitudinales estudiados. En total se registraron 70 especies de polillas, 55 correspondientes a Arctiidae, y 15 a Saturniidae. Las curvas de acumulación de especies para Saturniidae mostraron que el inventario está casi completo. Entretanto las curvas de Arctiidae muestran que aun falta mucha trabajo para tener un inventario mediano de esta familia, a pesar de esto, los resultados obtenidos son muy importantes teniendo en cuenta que estos son los primeros registros de estas familias en el área de la reserva. Los índices de diversidad alfa son mayores para la familia Arctiidae. Se encontró que la riqueza de Saturniidae fue mayor a 1448 m con una reducción progresiva en 1631 m y 2068 msnm. Las altitudes con mayor similitud según el índice de Bray Curtis fueron en los dos casos 1448 y 2068 m. Los datos obtenidos con los estadísticos empleados (Kruskal Wallis y prueba de rangos múltiples) muestran que los datos de las familias Arctiidae ( $p= 0.0018$ ) y Saturniidae ( $P= 0,0097$ ) son significativos; además con estas pruebas se corroboró las tendencias de distribución que muestran los índices utilizados, de tal forma que la riqueza de Saturniidae es mayor en altitudes bajas y tiende a disminuir a medida que aumentan los metros sobre el nivel del mar, mientras que la riqueza de Arctiidae se ajusta al efecto de dominancia media con mayor riqueza en 1631 msnm.

## INTRODUCCIÓN

Se estima que una tercera parte del millón de especies de insectos actualmente descritas se localiza en el Neotrópico, en los ecosistemas de selvas y bosques (Pesson, 1967). Así mismo, alrededor del 70% del número mundial de vertebrados, plantas superiores y mariposas, se encuentra en doce países “mega diversos” (Carranza, 2004), siendo los países más importantes en diversidad de insectos Brasil, Colombia y Perú (Potes, 2004).

En Colombia una de las zonas donde la diversidad y los endemismos presentan valores importantes, es la del Pacífico, pues las selvas hiperhúmedas del noroccidente de los Andes y del sur de América central, se consideran un “punto caliente” de diversidad (Decaëns *et al.*, 2003), haciendo de esta la región más diversa de la tierra.

La Reserva Natural Tambito, al estar ubicada dentro de este centro de alta diversidad (Andes Tropicales) y a la vez estar influenciada por el centro de alta diversidad del Chocó Biogeográfico, se convierte en un área muy importante para la conservación; sin embargo, la mayor parte de los trabajos desarrollados en la reserva, se han enfocado en plantas vasculares, aves y mariposas diurnas (Salgado y Alcázar, 2004) y muy pocos o ninguno sobre otros grupos. Tal es el caso de las comunidades de mariposas nocturnas (Lepidoptera: Heterocera) de las cuales no se tienen registros.

De otra parte, al analizar las tendencias altitudinales y latitudinales de la riqueza de especies, se ha encontrado que el número de especies disminuye progresivamente con el aumento de la altitud o la latitud (MacArthur, 1969; Brown y Lomolino, 1998). Sin embargo, este no es un patrón generalizado pues casi la mitad de estudios de distribución de la riqueza en gradientes altitudinales, muestra que la máxima riqueza se presenta en altitudes medias (Rahbek, 1995; Arvid y Vetaas, 2002).

Es así como en este estudio se compararon los patrones de distribución de la riqueza de Saturniidae y Arctiidae (Lepidoptera: Heterocera) en un gradiente altitudinal comprendido entre 1448 y 2068 msnm, en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia. Al mismo tiempo, permitió un conocimiento de estas familias a nivel local, pues a pesar de tener una amplia distribución geográfica, no han sido lo suficientemente estudiadas en el país, por lo que se ignoran las potencialidades y los aportes de este grupo en nuestros ecosistemas.



## 1. ESTADO DEL ARTE

Una de las generalizaciones hechas en varios estudios respecto a la distribución de la diversidad a nivel planetario es que el número de especies disminuye con el aumento de la altitud. Este modelo se ha documentado en una amplia gama de organismos como mariposas, especies forestales, mamíferos, reptiles y anfibios (Sanders, 2002). Este patrón es similar a lo presentado en gradientes latitudinales, con la disminución gradual en la riqueza de especies al alejarse de los trópicos (Sanders, 2002). Aunque algunas investigaciones han mostrado que la relación entre diversidad de especies y elevación es uniforme, otros estudios y revisiones muestran que se alcanza el máximo en elevaciones medias (McCoy, 1990). Sin embargo, algunas objeciones a esta última hipótesis proponen que el patrón observado se debe más a una baja eficiencia de muestreo que a un patrón real de la distribución de la riqueza (Gordon, 1985; Camero, 2003).

Por ejemplo, Wolda (1987) estudió las distribuciones de riqueza de especies de insectos a lo largo de gradientes altitudinales en Panamá, y sugirió que inspeccionando los regímenes (corto plazo vs. largo plazo) podría producir diferentes modelos de distribución de riqueza de especies. McCoy (1990) recomendó que si la distribución difiriere entre elevaciones, entonces la escala temporal empleada influiría fuertemente en la evaluación de estos modelos. En este estudio, se comparó la distribución altitudinal de dos familias de polillas (Arctiidae y Saturniidae), con el fin de determinar su ajuste a una de estas distribuciones y el grado de reemplazamiento de las comunidades entre altitudes (Diversidad beta).

La combinación de baja latitud y de una amplio gradiente altitudinal en la región tropical da como resultado la gran variedad y complejidad de ecosistemas, clima y demás factores ambientales y geográficos, que influyen directamente en el aislamiento de las poblaciones y en el grado de endemismo de las especies (Brown, 1991).

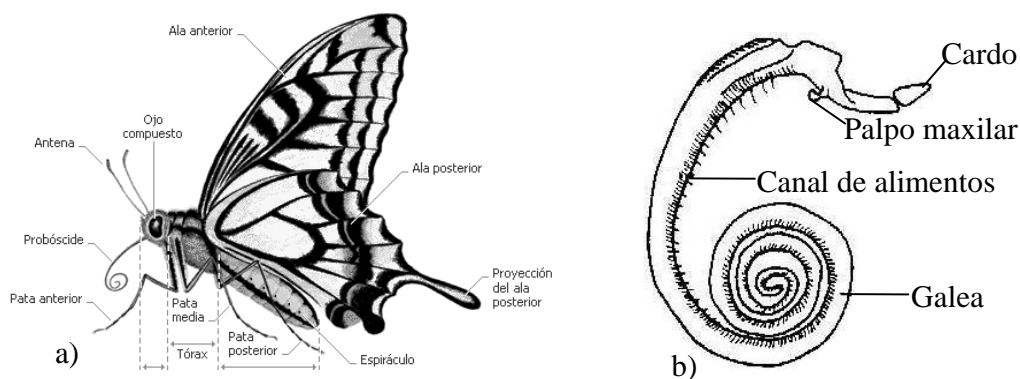
A pesar de la gran diversidad de plantas y animales que se generan por la especial ubicación geográfica de los trópicos, las comunidades de insectos continúan seriamente amenazadas a causa del vertiginoso avance de la deforestación y de la frontera agrícola que generan la extinción de gran cantidad de recursos naturales regionales, incluyendo especies aún no descritas y posiblemente de gran importancia económica y ambiental (Gordon, 1985; Camero, 2003).

En este orden de ideas y con la finalidad de obtener datos que puedan contribuir a la conservación de la fauna de Insecta del sur-occidente colombiano, se llevó a cabo la caracterización de la riqueza y diversidad de las especies de dos familias de polillas (Saturniidae y Arctiidae) mediante la estimación y comparación de índices de diversidad alfa y beta. La diversidad alfa caracteriza la riqueza de especies en comunidades locales o ensamblajes de especies (Novonty y Weiblen, 2005); para ello, se emplean índices como

Margalef o Menhinick que miden la riqueza de especies o los índices de Pielou o Molinari que miden la abundancia proporcional (Moreno, 2001). La diversidad beta, representa el grado de reemplazamiento de especies, a lo largo de gradientes ambientales, siendo una indicación de los cambios de composición entre comunidades ecológicas; para tal fin, es común que se utilicen índices de similitud, reemplazo o complementaridad. Una discusión detallada acerca de las ventajas y desventajas de los diferentes métodos de estimación de las diversidades alfa y beta puede ser consultada en Magurran (2004).

## 1.1 GRUPOS DE ESTUDIO

Las mariposas diurnas y nocturnas (Lepidoptera), son miembros del segundo orden más diverso dentro de los insectos, con aproximadamente 146,277 especies descritas (Heppner 1991, Luis *et al.* 2000, 2003), superado en número sólo por los escarabajos (Coleoptera) con 370.000 especies conocidas (Davies, 1991). La característica principal de todos los Lepidópteros, es tener las alas completamente recubiertas de minúsculas escamas que se sobrepone. El cuerpo también está cubierto de escamas similares, o escamas más largas en forma de vellosidades. Los adultos se caracterizan, por la presencia de ojos compuestos bien desarrollados, antenas prominentes y piezas bucales que constan generalmente en una probóscide (Figura 1). Muchas especies de lepidópteros pertenecientes a más de 100 familias reciben el nombre genérico de polillas, las cuales representan la gran mayoría de los lepidópteros del planeta (Kluts y Kluts, 1973).



**Figura 1.** a) Lepidóptero adulto y b) aparato bucal de un lepidóptero. (Microsoft Encarta, 2006).

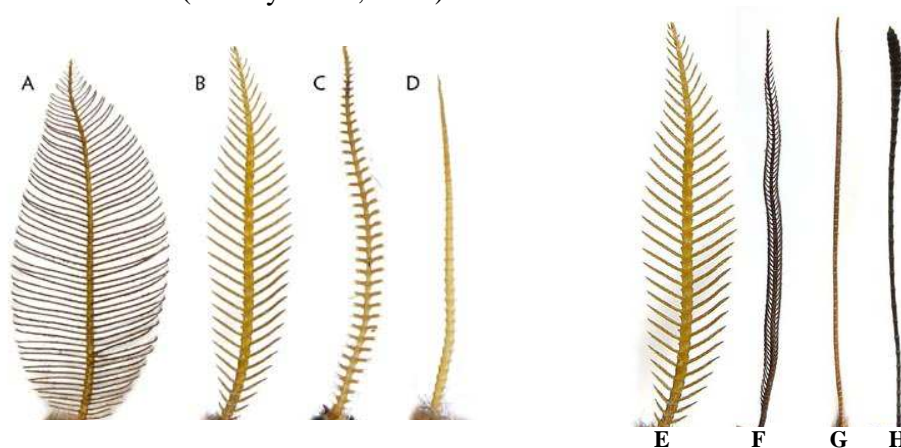
En comparación con otros insectos, polillas y mariposas presentan una curiosa mezcla de rasgos primitivos y derivados, de gran conservación y extrema especialización (Kluts y Kluts, 1973). Por ejemplo en sus hábitos alimenticios, donde han venido siendo muy conservadoras y, con pocas excepciones, se han mantenido herbívoras. Haciendo un paralelo con otros órdenes, sus familias pueden llegar a tener hábitos terrestres o acuáticos, ser herbívoros o predadores etc., la gran mayoría de lepidópteros mastican hojas en sus estados inmaduros, y en su edad adulta generalmente, liban néctar de las flores o no toman ningún alimento (Kluts y Kluts, 1973). Los satúrnidos adultos al tener su aparato bucal atrofiado, no

consumen ninguna clase de alimento, siendo las larvas las encargadas de obtener reservas para que el adulto pueda sobrevivir el tiempo necesario hasta llevar a cabo sus actividades reproductivas; por otra parte, los ártidos presentan características muy variadas, algunos también presentan su aparato bucal atrofiado, pero las especies con aparato bucal funcional (ver Figura 1), son polífagas, comen una gran variedad de plantas como árboles de gran tamaño, arbustos y especialmente hierbas.

### 1.1.1. Familia Saturniidae

La familia Saturniidae fue descrita en 1.837 por Boisduval. Cuenta con una diversidad, de aproximadamente 165 géneros y 1.467 especies (Amarillo 2000), distribuyéndose en todo el mundo excepto en la Antártica (Decaëns *et al*, 2003). Esta familia se agrupa en seis subfamilias de las cuales cuatro están en América (Agliinae, Hemileucinae, Saturniinae, Ceratocampinae). Los miembros de esta familia son en su mayoría de gran envergadura, algunas superan a todas las demás polillas y mariposas en área superficial de las alas (Figura 5). Muy pocos son relativamente pequeños, con un mínimo de tres centímetros de envergadura (Kluts y Kluts, 1973). Están representadas en el Neotrópico con 850 especies, y en la región andina con el 35.5 % de estas, y aproximadamente 200 casos de endemismos (Lemaire, 1978).

Los adultos de Saturniidae presentan el aparato bucal atrofiado, alas generalmente muy escamosas, cuerpos “velludos y lanosos”, antenas en los machos muy plumosas (figura 2) presentándose de forma cuadripectinada o bipectinada, mientras que en las hembras son mucho más estrechas, normalmente bipectinadas o filamentosas (Amarillo, 2000). En gran parte de las especies se presenta una marca en forma de media luna, redondeada u oval en la región central del ala, esta marca en ciertos casos carece de escamas formando una notoria ventana. Algunas especies además, presentan en las alas posteriores un gran ocelo a menudo densamente coloreado (Kluts y Kluts, 1973).

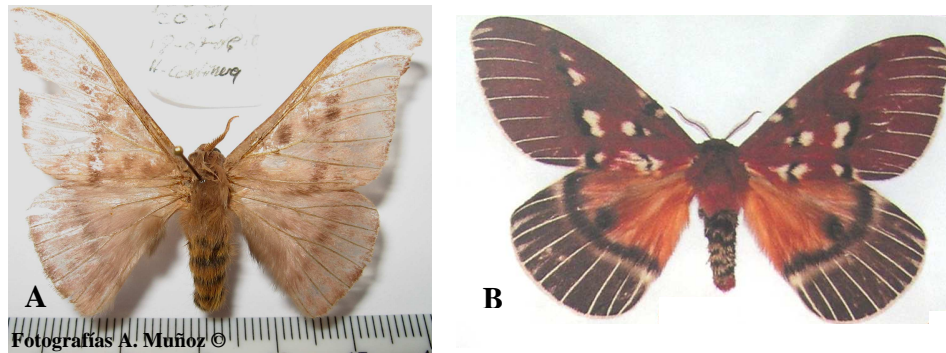


**Figura 2.** Antenas de lepidópteros. Tomado de Wolfe (2005)

**A y C.** Antenas de satúrnidos macho (Cuadripectinada y bipectinada respectivamente); **B y D.** Antenas de satúrnidos hembra (Bipectinada y filamentosas respectivamente); **E.** Polilla familia Saturniidae; **F.** Polilla familia Arctiidae; **G.** Polilla familia Uranidae; **H.** Mariposa familia Papilionidae.

### Subfamilia Hemileucinae

Es la subfamilia con mayor número de especies en Saturniidae, sus integrantes están confinados al nuevo mundo, con especial diversidad en el Neotrópico. Las larvas presentan grandes tubérculos y algunas veces con espinas muy agudas con funciones defensivas. Los adultos se pueden distinguir porque generalmente presentan en las alas posteriores un gran ocelo a menudo densamente coloreado (Amarillo, 2000) (figura 3).



**Figura 3.** Adultos Hemileucinae. **A.** *Hylesia continua* **B.** *Rhodirphia carminata*

### Subfamilia Ceratocampinae

Es la subfamilia más numerosa después de Hemileucinae. Comprende cerca de 170 especies, agrupadas en 25 géneros. Su distribución es exclusivamente americana, comprendiendo desde el sur de Canadá, hasta el norte de Argentina. En este grupo se encuentran polillas muy pequeñas (*Anisitta*) hasta de considerable envergadura (*Eacles*). Esta subfamilia se reconoce principalmente por las antenas que en los machos son cuadrípectinadas y en las hembras son bipectinadas en la mitad basal y filamentosas en la mitad apical o totalmente filamentosas. Las alas y el cuerpo son más largos que anchos. Las orugas poseen ornamentaciones bastante conspicuas especialmente en los primeros instares (Amarillo, 1997) (figura 4).

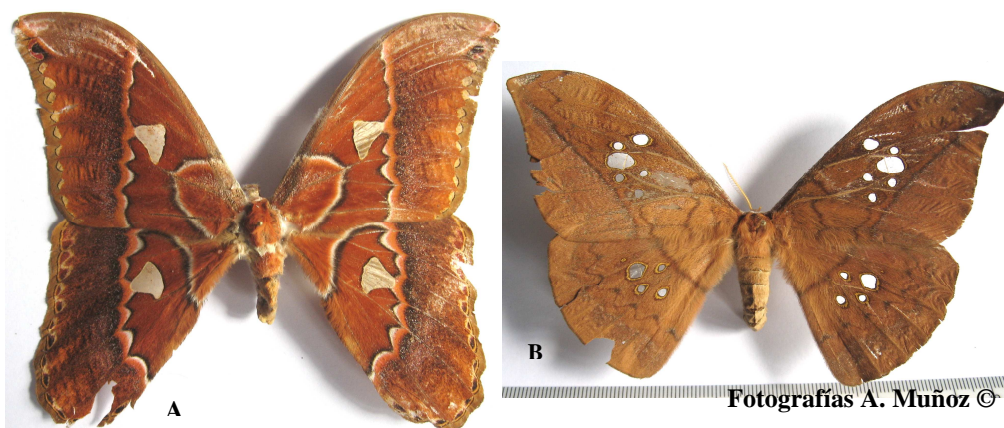




**Figura 4.** Saturnidos subfamilia Ceratocampinae **A.** *Eacles imperialis* **B.** *Eacles ormondei*

### Subfamilia Saturniinae

Subfamilia de amplia distribución y con polillas bien conocidas (polillas de seda gigantes), se las puede encontrar en los cinco continentes, con aproximadamente 10 géneros y 80 especies presentes en América. Las larvas son generalmente robustas y lentas con presencia de espinas o pelos con sustancias toxicas para su defensa. Generalmente la etapa de pupación ocurre en capullos de seda sobre sus plantas hospederas. Los adultos (figura 5) generalmente tienen antenas cuadripectinadas con excepción de los últimos cinco o seis artejos que son bipectinados. Las hembras tienen antenas bipectinadas o con pectinaciones más cortas que las de los machos. Las alas de los miembros de esta subfamilia generalmente son dos veces más grandes que el cuerpo (Amarillo, 1997).



**Figura 5.** Adultos subfamilia Saturniinae. **A** *Rothschildia Orizaba* **B** *Copaxa multifenestrata*

### **1.1.2. Familia Arctiidae**

Los ártidos constituyen una familia muy diversa con representantes en casi todo el mundo (en todas las regiones zoogeográficas), pero especialmente abundantes en las regiones tropicales (alrededor de 6000 especies en el Neotrópico). En algunos países son llamadas polillas tigre, debido a que sus colores están formados por franjas, motas o manchas negras y amarillas o negras y anaranjadas, aunque algunos son de tonalidades castañas o grises. Uno de los grupos está compuesto por especies de color blanco puro, a veces diseñadas con franjas negras y anaranjadas en el cuerpo, o a veces con patas de color naranja. Una gran variedad de especies de vivos colores y dibujos se encuentran en los trópicos especialmente en el Neotrópico. Es característico de la familia, que las alas posteriores sean bastante estrechas en comparación con las anteriores. La composición de la familia es controversial, pero en este estudio, se trabajará con clasificación de Scoble (1992), donde se incluyen las subfamilias Arctiinae, Lithosinae, Ctenuchinae, Thyretinae y Pericopinae, encontrándose todas excepto Thyretinae en el Neotrópico.

Las larvas de esta familia generalmente son pubescentes, con pelos reunidos en penachos que surgen de abultamientos del cuerpo. Tienden a ser muy poco restringidas en sus dietas alimenticias, que la mayoría de otros grupos, alimentándose con mayor frecuencia de especies herbáceas, pocas comen hojas de árboles o arbustos, y se las considera las más veloces entre los lepidópteros (Scoble, 1992; Piñas *et al*, 2000).

Los adultos están mejor definidos por la presencia de un par de órganos timpánicos a cada lado del metatórax con membranas timpánicas oblicuas y dirigidas hacia atrás, las antenas son bipectinadas, ciliadas (en los machos) o simples (en las hembras). La probóscide está usualmente reducida, pero algunas veces bien desarrollada, los palpos maxilares son diminutos, con estructuras de un solo segmento y los palpos labiales son típicamente cortos (Scoble 1992).

#### **Subfamilia Arctiinae**

Incluye aproximadamente 2000 especies. Son ártidos grandes, con las alas anteriores más anchas que las alas posteriores (Figura 6). Las especies de esta subfamilia presentan coloraciones predominantemente rojizas, negras y amarillas en las alas, el abdomen generalmente muestra bandas transversales negras. Algunos géneros como *Uthesia* o *Spilosoma*, están ampliamente distribuidos. Las larvas comen una gran variedad de plantas particularmente hierbas y presentan setas o tubérculos en su cuerpo (Scoble, 1992).



**Figura 6.** Árctiidos Adultos (Arctiidae: Arctiinae).

### **Subfamilia Lithosiinae**

En esta subfamilia las alas anteriores son estrechas pero las alas posteriores son anchas y redondeadas (Figura 8). El grupo es de amplia distribución principalmente en la región tropical. Estimándose unas 2000 especies. Las larvas tienen pobres protecciones y no presentan setas. Los estados inmaduros se alimentan de epifitas, y el componente alga de los líquenes (Scoble, 1992).



**Figura 7.** Genero *Agylla* (Arctiidae Lithosiinae)

### **Subfamilia Ctenuchinae**

Algunas veces se la puede encontrar como familia Ctenuchidae, Euchromiidae o Amatidae, es la subfamilia con mayor especialización en Arctiidae (con aproximadamente 2000 especies, llamadas polillas avispa, por el alto mimetismo logrado). Están ampliamente distribuidas, pero son especialmente abundantes en el Neotrópico. Las especies del nuevo mundo presentan las alas reducidas y de colores metalizados, las alas posteriores están usualmente reducidas, con coloraciones negras, amarillentas o parches semitransparentes. Las antenas son generalmente blanquecinas. Las especies de esta subfamilia pueden ser diurnas (imitadoras de avispas) o nocturnas. La probóscide está bien desarrollada. Las plantas hospederas incluyen apocinaceas, musgos y líquenes (Scoble, 1992).



Fotografía A. Muñoz ©

**Figura 8.** *Calonostus quadriguttata* (Ctenuchinae adulto)

### **Subfamilia Pericopinae**

Están restringidas al nuevo mundo y ocurren con mayor frecuencia en los trópicos, con aproximadamente 3000 especies. Son en su mayoría de colores vivos y presentan dimorfismo sexual (figura 9). Algunas son aparentemente aposemáticas o imitan a otros lepidópteros. Las venas subcostal y radial del ala posterior están separadas por pequeñas distancias. Las larvas son generalmente de colores vivos con 3 abultamientos cerca del mesotórax. Entre las plantas hospederas se encuentran las familias Asclepiadeceae, Fabaceae y Boraginaceae (Scoble, 1992).



Fotografía A. Muñoz

**Figura 9.** Genero *Disschema* (Arctiidae: Pericopinae)

Arctiidae y Saturniidae por tener características ecológicas particulares, como alta distribución geográfica, amplio rango de hábitat, gran cantidad de endemismos y además, una relativa facilidad para su identificación, despiertan gran interés en los investigadores del área, pues permiten desarrollar diferentes trabajos, como por ejemplo los que buscan evaluar variaciones en la riqueza a nivel altitudinal, partiendo de la observación que la diversidad de especies es inversa a la altitud o aquellos que pretenden monitorear los cambios ambientales a través de la presencia o ausencia de especies.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Estimar y comparar los cambios en composición y diversidad de Arctiidae y Saturniidae (Lepidoptera: Heterocera) en un gradiente altitudinal comprendido entre 1.448 y 2.068 msnm, en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar la composición, riqueza y diversidad de Arctiidae y Saturniidae en tres niveles altitudinales en la Reserva Natural Tambito.
- Establecer el patrón de variación altitudinal de Saturniidae y Arctiidae en un gradiente altitudinal en la Reserva Natural Tambito.
- Comparar el patrón de variación de la diversidad y composición de Saturniidae y Arctiidae en un gradiente Altitudinal.

### 3. METODOLOGIA

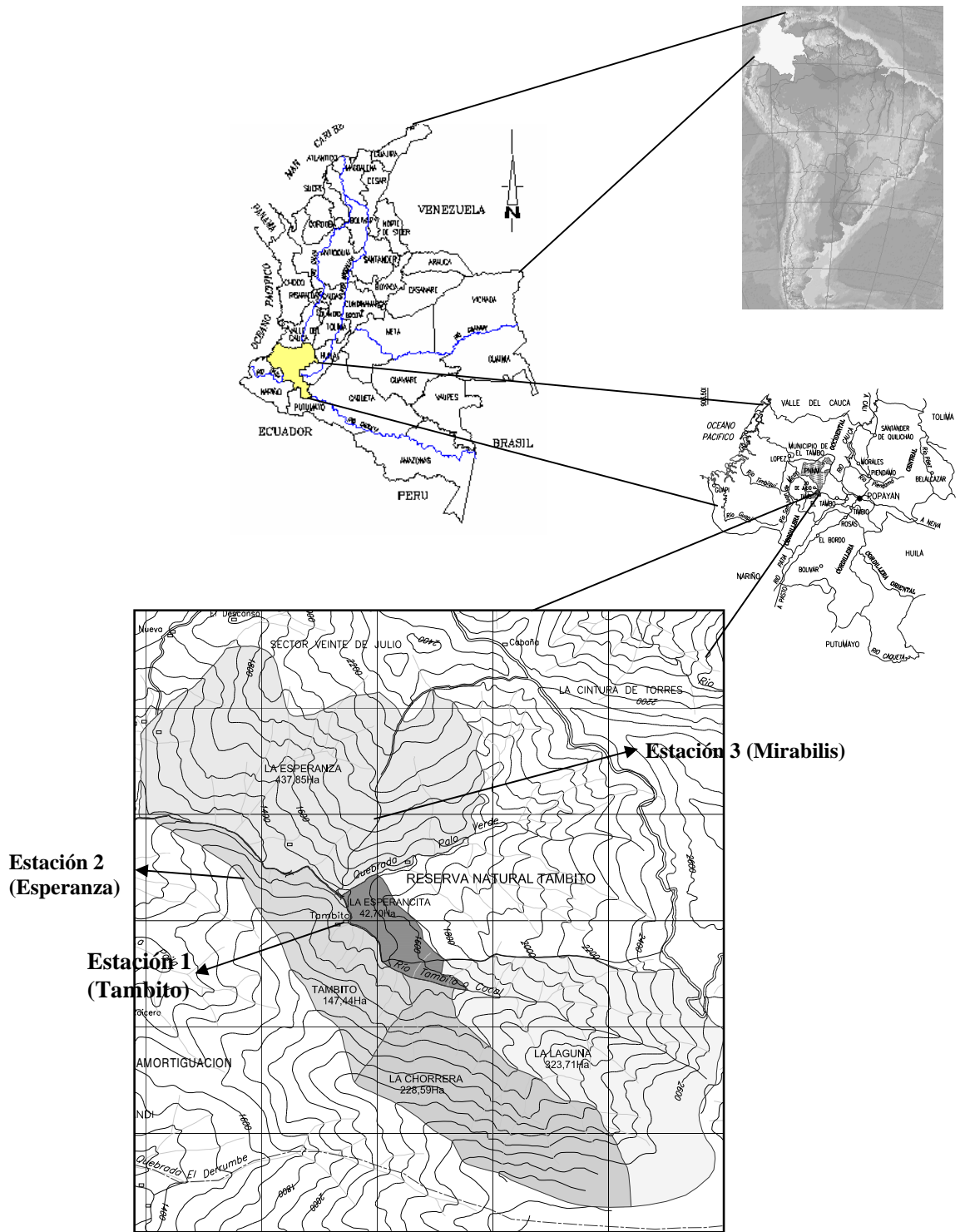
#### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva Natural Tambito (Figura 10), se encuentra ubicada en el Centro de alta diversidad (hotspot) Andes Tropicales, con influencia del Chocó Biogeográfico del pacífico caucano, en el municipio de El Tambo (Cauca). Se localiza, sobre el flanco occidental de la Cordillera Occidental, en la zona sur-oriental del Parque Nacional Natural Munchique (2°30'24.1''N; 76°59'56.6''O cabaña de la reserva). Tambito cuenta con aproximadamente 1.200 hectáreas de bosque primario y secundario que se distribuyen desde 1450 hasta 2600 metros de altitud, conteniendo casi la totalidad de la cuenca del río Tambito, afluente del San Juan de Micay (Fernández y Chilíto, 1998).

Según la clasificación de las zonas de vida de Holdridge (1987), Tambito se encuentra en un Bosque muy Húmedo Tropical de los pisos premontano y montano bajo. De acuerdo con la caracterización de Cuatrecasas (1989), se la considera constituida por selvas Andinas y subandinas, que corresponden a uno de los tipos de vegetación más interesante y menos conocidos del país. La precipitación y temperatura varían con la altitud: 3500 mm de precipitación y 12° C promedio en la parte alta (2200 msnm), y 4000 mm de precipitación y 18° C promedio en la parte media (Tambito 1400 msnm) (Fernández y Chilíto, 1998).

Aunque esta es una zona altamente lluviosa, pueden diferenciarse dos épocas de mayor pluviosidad, entre los meses de febrero – marzo y octubre – noviembre. El promedio anual de lluvia en Tambito es de 6560 mm (1988 – 1996 estación climatológica IDEAM) en la parte alta y 4500 mm en la zona baja de la cuenca (estación climatológica Tambito, 1999; Rincón 2000 y 2001). Los períodos secos se presentan entre julio y septiembre y ocasionalmente a finales de enero o en marzo. La temporada de disminución de lluvias es altamente sensible a los fenómenos del Niño y la Niña. Teniendo como registro el año 1997 como el de mayor impacto del fenómeno del niño en Colombia, época en la cual se registraron en Tambito tan solo 20 mm de lluvia entre junio y septiembre (González, 2000; Salgado y Alcázar, 2004).

Según Ingeominas (1984), la Reserva está conformada por basaltos con estructuras almohadilladas, diabasas y en menor proporción limonitas y chert del Cretáceo. El relieve cuando se presenta fuertemente disectado con formas quebradas y escarpadas, impide el desarrollo del suelo y lo expone a la acción de los procesos erosivos. Los suelos de esta selva son pobres en nutrientes por el intenso lavado al que son sometidos.



**Figura 10.** Mapa de la Reserva Natural Tambito, indicando los sitios de estudio (Fundación Proselva, 2006).

Los suelos son ácidos, tienen alto contenido de aluminio intercambiable y presentan los valores más bajos de saturación de bases. El contenido de Carbón orgánico es alto en el primer horizonte, pero desciende abruptamente en las capas profundas del perfil del suelo. Además, la presencia en la zona de minerales resistentes a los procesos de alteración, como el cuarzo y las arcillas, no contribuyen al desarrollo de una buena fertilidad (Fernández y Chilíto, 1998).

En la Reserva Natural Tambito, se destaca la ocurrencia de bosque primarios con árboles de más de 25 metros de altura, multiestratificados donde predominan familias tales como Arecaceae, Lauraceae, Sapotáceae, Moráceae, Rubiáceae y Flacourtiaceae entre otras (Fernández y Chilíto, 1998).

En las partes altas la vegetación es típica de selva andina caracterizada por árboles de hoja pequeña, predominando las micrófilas. Debido a la alta pluviosidad y a la niebla constante que predomina en la región, el estrato epifítico se caracteriza por la presencia de bromélias, Orquídeas, Gesneriáceas, Aráceas y otras familias (Fernández y Chilíto, 1998).

En la parte baja, la vegetación es característica de selva cálida, constituida por árboles de distintos tamaños, alcanzando los más corpulentos una altura de entre 30 y 40 metros y un diámetro mayor a un metro siendo las familias más abundantes Annonaceae, Miristicaceae y Lauraceae. En el sotobosque se manifiesta la abundancia de arbustos correspondientes a las familias Rubiáceae y Melastomatáceae, y en gran cantidad de plantas herbáceas como Gesneriaceae, Piperaceae, Bromeliaceae, Araceae y escitamíneas (Cuatrecasas, 1989).

## **3.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.2.1. Estaciones de muestreo**

Las colectas se realizaron en tres estaciones, localizadas a 1448, 1631 y 2068 msnm, dos de las cuales se ubicaron en la Reserva Natural Tambito (1448 y 1631 m) y la tercera en la Reserva Mirabilis Swarovski de la fundación Proaves (2068 m). Para la selección de los puntos de muestreo, se tuvo en cuenta que estas áreas fueran las de menor grado de intervención, pero que tuvieran claros de bosque para la colocación de la trampa de luz.

**Estación 1** (en adelante denominada Tambito): Se ubicó en la cabaña de la Reserva (2°30'24"N 76°59'36"W) a 1448 msnm (Figura 11).

**Estación 2** (en adelante denominada Esperanza): Se ubicó a 45 minutos de la cabaña de la Reserva Tambito (2°30'30"N 77°0'13"W) en dirección sur - occidente a 1631 msnm (Figura 12).



**Figura 11.** Estación Tambito (1448 msnm)



**Figura 12.** Estación Esperanza (1631 msnm)

**Estación 3** (En adelante denominada Mirabilis): Está situada en el sector 20 de Julio a 2068 msnm, en la Reserva Mirabilis Swarovski y se encuentra a dos horas de la cabaña de la reserva (2°31'16"N 76°59'36") en dirección norte (Figura 13).

La composición florística en las tres estaciones, está dominada por las familias Clusiaceae, Lauraceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae y Meliaceae, en el estrato arbóreo, y en el estrato arbustivo son más representativas las familias Rubiaceae, Moraceae, Lauraceae, Arecaceae y Euphorbiaceae, conformando un bosque secundario muy conservado (Salgado y Alcázar, 2004).

En la estación Tambito se han reportado 38 familias y 65 especies, de las cuales 6 son palmas: *Welfia regia*, *Dictyocaryum* aff. *lamarckianum*, *Wettinia* aff. *cladospadix* de hábito arbóreo y *Euterpe* aff. *kalbreyeri*, *Geonoma* aff. *marggrafia* y *Aiphanes* aff. *macroloba* de estrato medio y del sotobosque. Las familias más diversas son Lauraceae, Arecaceae, Clusiaceae y Rubiaceae con 8, 6, 5 y 4 especies respectivamente, y las especies más frecuentes son *Rodostemonodaphne* sp., *Aniba* sp., *Geonoma* aff. *marggrafia* y *Nectandra* sp (Cortes-Diago, 1997); en la estación Esperanza el estrato arbóreo del bosque está dominado por especies de los géneros *Clusia*, *Calatola*, *Alchornea*, *Hyeronima* y *Faramea*; y en el estrato arbustivo se destacan *Aiphanes*, *Picramnia*, *Anthurium* y *Geonoma* (Museo de Historia Natural Universidad del Cauca, 1996); y en la estación Mirabilis las familias más importantes en cuanto a número de especies y diversidad en el estrato arbóreo son Clusiaceae, Lauraceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae y Meliaceae. El género más diverso para este bosque es *Nectandra*. En el estrato arbustivo las familias dominantes son Rubiaceae, Moraceae, Lauraceae, Arecaceae y Euphorbiaceae (Serna-Isaza *et. al.*, 2000).



**Figura 13.** Estación Mirabilis (2068 msnm).

### 3.2.2. Colecta de material

En cada estación se colectaron ejemplares durante 2 noches consecutivas, desde agosto de 2005 hasta julio de 2006, entre los meses de agosto a octubre de 2005 y enero, mayo, junio y julio de 2006. Las capturas iniciaron en cada caso a las 18:00 horas y concluyeron a las 06:00 horas del día siguiente. Los insectos fueron atraídos empleando una trampa de luz conformada por una tela blanca de 200 cm de ancho por 300 cm de largo, iluminada por una lámpara Coleman (Figura 14).



**Figura 14** Trampa de luz.

Los individuos se sacrificaron con una inyección con amoníaco diluido en el tórax, cuyo volumen dependía del tamaño del ejemplar capturado. Debido a que las muestras se deterioraban muy rápido, se optó por la inmovilización de las polillas mediante la fractura de los músculos de vuelo.

Los ejemplares capturados se encuentran en la colección de referencia de Entomología del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (Aun sin ser catalogados).

### **3.2.3. Identificación y registro del material**

A cada ejemplar se asignó un número único de captura, con datos de localidad, altitud, fecha, hora y geoposición.

Los ejemplares colectados, se identificaron con base en los trabajos de Lemaire (1978, 1980 y 1987) y Amarillo (1996, 1997, 1998 y 2000) para Saturniidae y Piñas *et al*, (2000) para Arctiidae y con la ayuda de especialistas en el tema como Ángela Amarillo de la Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, para la familia Saturniidae; Bernardo Espinosa del Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica (INBIO) y Juan Grados del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Perú) para la familia Arctiidae.

### **3.2.4. Análisis de datos**

Se realizaron análisis utilizando índices de diversidad alfa y beta para evaluar riqueza, abundancia y estructura de las comunidades de lepidópteros estudiados, al igual que para evaluar la hipótesis de gradiente altitudinal. Dentro de los métodos para medir diversidad alfa, se utilizaron índices de **riqueza** como **Chao<sub>1</sub>**, y **Jackknife** de primer orden, con los que se determinó el esfuerzo de captura y el número de especies esperadas. Para estimar el número

total de especies del trabajo se usó la **riqueza específica (S)**; **La curva de acumulación de especies** se empleó para determinar la confiabilidad de las muestras en términos de su representación.

Dentro de los índices de diversidad se encuentran los de estructura, que se complementan con los índices de riqueza y de esta forma se pueden obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat (Moreno 2001). Como parte de estos índices, se tiene: el índice de **Shannon**, que se utilizó para evaluar la uniformidad de la muestra y el índice de diversidad de **Margalef**, que tiene en cuenta errores de muestreo por efectos ambientales o épocas de colecta, entre otros (Magurran, 2004).

Para hacer el análisis de la hipótesis de gradiente altitudinal y mostrar si existían diferencias significativas entre las diversidades de las altitudes muestreadas, se utilizó el análisis estadístico no paramétrico de **Kruskal – Wallis** y posteriormente se empleo una prueba de rangos múltiples para comparar la riqueza entre pares de altitudes para cada familia.

Para la determinación de las similitudes en la composición de las comunidades tanto de Saturniidae como de Arctiidae, a lo largo del gradiente, se empleó el índice de distancia de **Bray Curtis** que relaciona la abundancia de las especies compartidas con la abundancia total en las muestras; dicho de otra forma, se evaluó el porcentaje de similitud entre altitudes en el gradiente estudiado.



#### 4. RESULTADOS

Se capturaron 550 ejemplares de las familias Sphingidae, Mimalionidae, Geometridae y otras familias menores. De éstas, 149 corresponden a la familia Arctiidae y 56 a Saturniidae (Tabla 1), para un total de 205 polillas de las familias de estudio, distribuidas en 7 subfamilias, Saturniinae (4 especies), Hemileucinae (8 especies) y Ceratocampinae (4 especies) para Saturniidae y Arctiinae (24 especies), Lithosiinae (7 especies), Ctenuchiinae (8 especies) y Pericopiinae (2 especies), para Arctiidae.

**Tabla 1.** Listado de especies de Arctiidae y Saturniidae mostrando el número de individuos por nivel altitudinal colectados en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia

No.	Taxón	No de individuos por nivel altitudinal		
		1448 m	1631 m	2068 m
	<b>Arctiidae</b>			
	<b>Arctiinae</b>			
1	<i>Amalo helops</i>			1
2	<i>Amastus</i> sp1.			1
3	<i>Amastus</i> sp2.		1	
4	<i>Amastus</i> sp3.		2	1
5	<i>Bertholdia flavidorsata</i>	6	3	
6	<i>Cratoplastis diluta</i>	1		
7	<i>Halysidota</i> sp		3	
8	<i>Hypercompe laeta</i>	3	4	
9	<i>Hypercompe</i> sp	2	2	
10	<i>Idalus</i> sp1.		3	
11	<i>Idalus</i> sp2.			2
12	<i>Leucanopsis</i> sp1.		1	
13	<i>Leucanopsis</i> sp2.		1	
14	<i>Melese</i> sp		1	
15	<i>Opharus</i> sp1.			1
16	<i>Opharus</i> sp2.	1		
17	<i>Ormetica</i> sp		2	
18	<i>Pachydota</i> sp1.		1	
19	<i>Pachydota</i> sp2.		1	
20	<i>Pelochyta</i> sp	1	1	
21	<i>Mesother</i> sp	1	1	
22	<i>Symphlebia</i> sp1.		1	
23	<i>Symphlebia</i> sp2.	1		
24	<i>Symphlebia hyalina</i>		2	

(Continuación Tabla 1)

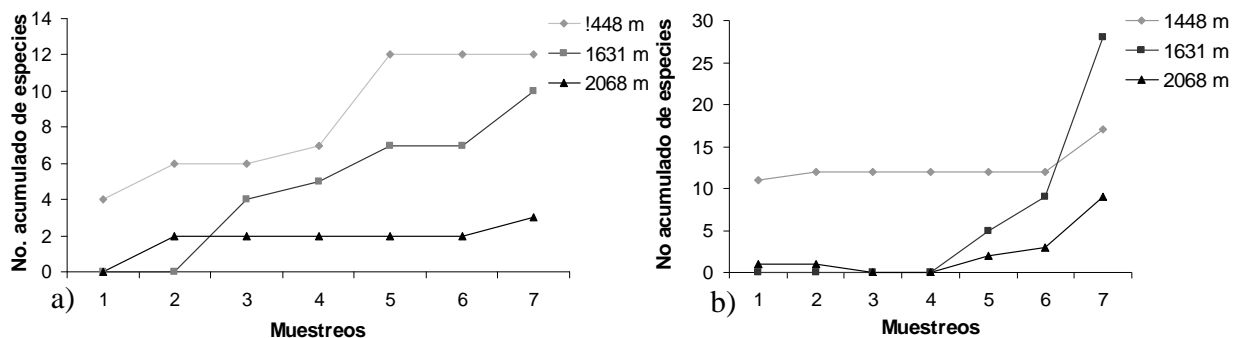
	<i>Pericopinae</i>			
25	<i>Dysschema</i> sp1.			8
26	<i>Dysschema</i> sp2.	1	2	
	<b>Ctenuchinae</b>			
27	<i>Calonotus gigantea</i>		1	
28	<i>Calonotus quadriguttata</i>	3		
29	<i>Cosmosoma</i> sp1.		1	
30	<i>Cosmosoma</i> sp2.	1		
31	<i>Cosmosoma</i> sp3.		1	
32	<i>Euceron</i> sp	2	6	
33	<i>Gymnelia</i> sp	1		
34	<i>Macrocneme</i> sp	1		
	<b>Lithosinae</b>			
35	<i>Agylla</i> sp1.	1	4	2
36	<i>Agylla</i> sp2.	1	1	
37	<i>Agylla</i> sp3.	1	2	
38	<i>Agylla</i> sp4	4	11	3
39	<i>Agylla</i> sp5.	1	4	
40	<i>Agylla</i> sp6.		1	
41	<i>Cisthene</i> sp		1	
	<b>Por determinar</b>			
42	<i>Arctiidae</i> sp1.		1	
43	<i>Arctiidae</i> sp2.		1	
44	<i>Arctiidae</i> sp3.		1	
45	<i>Arctiidae</i> sp4.		1	
46	<i>Arctiidae</i> sp5.	1		
47	<i>Arctiidae</i> sp6.			4
48	<i>Arctiidae</i> sp7.	3	4	1
49	<i>Arctiidae</i> sp8.		1	
50	<i>Arctiidae</i> sp9.		1	
51	<i>Arctiidae</i> sp10	2	3	
52	<i>Arctiidae</i> sp11.		1	
53	<i>Arctiidae</i> sp12.		3	
54	<i>Arctiidae</i> sp13.	1	1	
55	<i>Arctiidae</i> sp14.			1
	<b>Saturniidae</b>			
	<b>Hemileucinae</b>			
56	<i>Automeris oiticiacai</i>	1		
57	<i>Gamelia kiefferi</i>		1	2
58	<i>Hylesia continua</i>	8	13	
59	<i>Hylesia mimex</i>		2	
60	<i>Hylesia bouvereti</i>	2	1	
61	<i>Hylesia</i> sp		1	

(Continuación Tabla 1)

62	<i>Rhodirphia carminata</i>	1	1	
63	<i>Pseudodirphia menander</i>	1		2
64	<b>Ceratocampinae</b>			
65	<i>Adelonievaia jason</i>		1	1
66	<i>Eacles imperialis</i>		1	
67	<i>Eacles ormondei</i>		1	1
68	<i>Citheronia equatorialis</i>		4	2
	<b>Saturniinae</b>			
69	<i>Copaxa ignescens</i>		1	1
70	<i>Copaxa multifenestrata</i>		4	
71	<i>Rothschildia Orizaba</i>		1	1

#### 4.1. REPRESENTATIVIDAD DE LA MUESTRA

**4.1.1. Curva de acumulación de especies.** Las curvas de acumulación de especies muestran que la posibilidad de encontrar especies nuevas, varía entre las familias. En el caso de Saturniidae (figura 15a), la tendencia es a una estabilización en la asíntota que se presenta a partir del quinto muestreo; es decir, la posibilidad de no encontrar especies nuevas es mayor a partir de este punto, pues la pendiente de la curva es mínima, con excepción de la estación Esperanza (1631 m), donde la pendiente en el sexto muestreo es evidentemente mayor. Por el contrario, la familia Arctiidae, una vez realizadas las siete sesiones de colecta (figura 15b), presentó curvas con una pendiente positiva mucho más evidente en todas las altitudes estudiadas, lo que indica que faltan especies por registrar. Esto puede deberse principalmente a la gran diversidad del grupo pues, comparado con Saturniidae, Arctiidae cuenta con 6000 especies aproximadamente, mientras que Saturniidae solo cuenta con unas 1460.



**Figura 15.** Curvas de acumulación de especies. a) Saturniidae b) Arctiidae.

**4.1.2. Chao1 y Jackknife1.** Las tablas 2 y 3 muestran la eficiencia de los muestreos para Arctiidae y para Saturniidae respectivamente. En ellas, son evidentes las diferencias en los esfuerzos de muestreo de cada una de las familias de estudio, Mientras que Arctiidae presenta en su eficiencia total 42%, en Saturniidae este valor fue del 98%, con lo que se deduce que el

número de especies de satúrnidos que se puede llegar a encontrar en esta zona no aumentará significativamente al realizar más colectas. Así pues los resultados de estos índices ratifican lo obtenido con las curvas de acumulación de especies.

**Tabla 2.** Eficiencia de muestreo para la familia Arctiidae en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia

Altitud	No. De spp. capturadas	No. de spp. estimadas (Chao <sub>1</sub> )	Jackknife <sub>1</sub>	Eficiencia (Con base en chao)
1448 m	23	51,13	37,03	45
1631 m	40	103,13	60,26	36
2068 m	11	20,00	16,32	55
<b>Total</b>	55	130,0*		42,31

\* Para el total de las muestras se utilizó Chao<sub>2</sub>

**Tabla 3.** Eficiencia de muestreo para la familia Saturniidae en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia

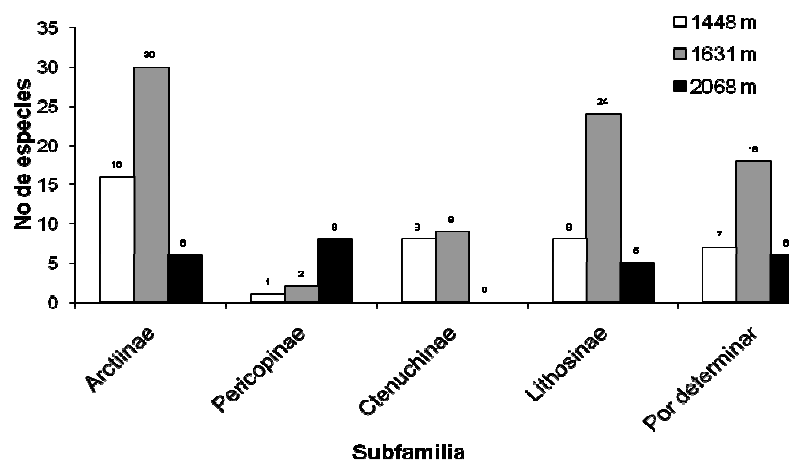
Altitudes	No. de spp. capturadas	Chao <sub>1</sub>	Jackknife <sub>1</sub>	Eficiencia (Con base en chao)
1448 m	11	43,00	18,27	26
1631 m	9	21,25	15,33	42,35
2068 m	3	5,00	5,00	80
<b>Total</b>	15	15,29*		98,13

\* Para el total de las muestras se utilizó Chao<sub>2</sub>

## 4.2. DIVERSIDAD ALFA

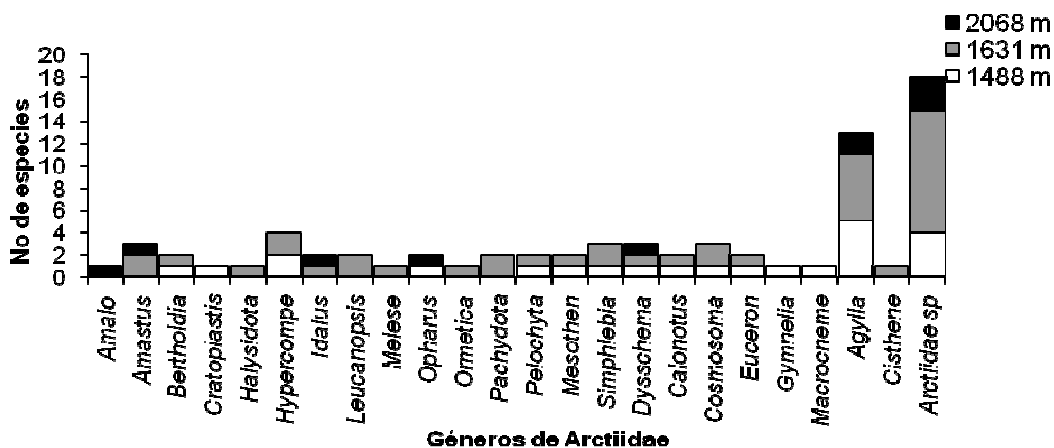
### 4.2.1. Riqueza

**Arctiidae:** La mayor riqueza se presentó a 1631 m disminuyendo en las restantes altitudes según la hipótesis del efecto de dominancia media. Sin embargo la distribución de la riqueza por subfamilia (figura 16), fue diferente. La subfamilia Ctenuchinae presentó mayores valores de riqueza a 1448 m, acorde con la hipótesis de gradiente altitudinal, donde se presentan valores de riqueza más altos en altitudes bajas. La subfamilia Pericopinae mostró una tendencia homogénea en la distribución de especies a lo largo del gradiente. Las subfamilias Arctiinae, Lithosinae y las especies no identificadas, registraron valores de riqueza mayores a 1631 m, conservando la tendencia general de la familia en donde la riqueza es más alta en altitudes medias.



**Figura 16.** Distribución de la riqueza de las subfamilias de Arctiidae en un gradiente altitudinal en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.

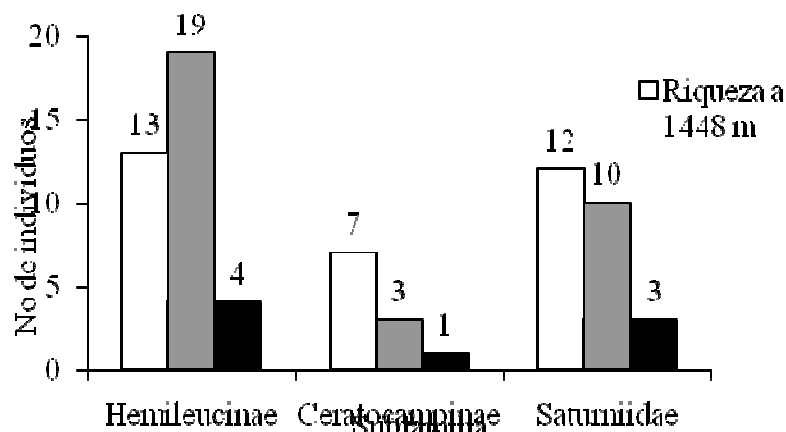
La distribución de los géneros de la familia Arctiidae, fue similar a la distribución de las subfamilias, con mayor riqueza a 1631 m, pero en este caso no se presentan diferencias importantes entre la distribución de géneros en los niveles altitudinales estudiados (figura 17), conservando de este modo la tendencia de dominancia de la riqueza en la altitud media.



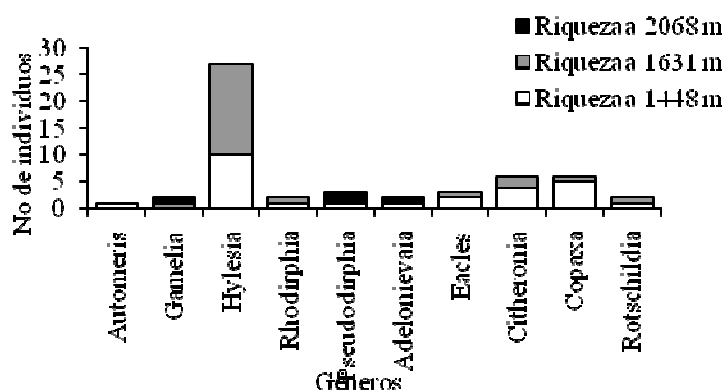
**Figura 17.** Distribución de la riqueza de los géneros de Arctiidae en un gradiente altitudinal de la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.

**Saturniidae:** La mayor riqueza se presentó a 1448 m disminuyendo con el aumento de la altitud. Sin embargo la distribución de la riqueza por subfamilia (figura 18), varía. La subfamilia Hemileucinae presentó mayores valores de riqueza a 1631 m, acorde con la distribución altitudinal del punto medio. Las subfamilias Ceratocampinae y Saturniinae,

registraron valores mayores a 1448 m, conservando la tendencia general de la familia de acuerdo con la hipótesis del gradiente altitudinal (riqueza disminuye con altitud).



**Figura 18.** Distribución de la riqueza de subfamilias de Saturniidae en un gradiente altitudinal de la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.

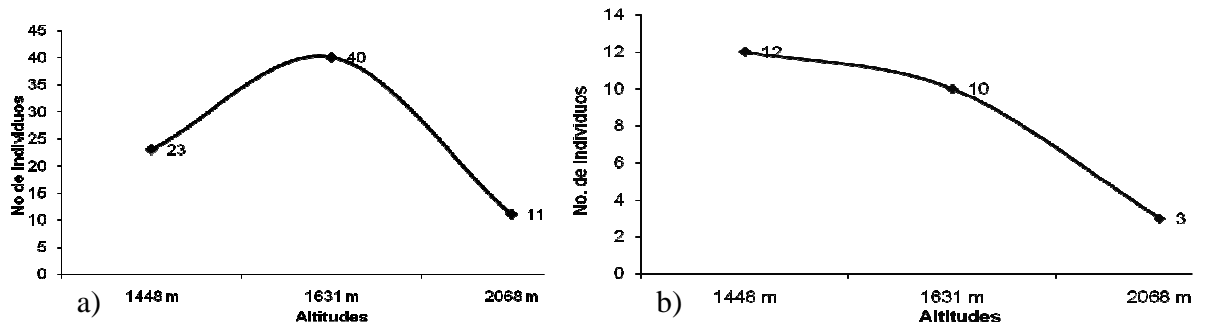


**Figura 19.** Distribución de la riqueza de los géneros de Saturniidae en un gradiente altitudinal de la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.

La distribución de los géneros de la familia Saturniidae (figura 19), fue similar a la de las subfamilias, obteniéndose mayor riqueza a 1448 m. Se resalta la dominancia del género *Hylesia* en las estaciones Tambito (1448 m) y Esperanza (1631 m) y de *Eacles* y *Copaxa* en la estación Tambito.

**4.2.2. Distribución Altitudinal.** La figura 20 muestra las tendencias de cada familia en la distribución de la riqueza a lo largo del gradiente altitudinal trabajado. La distribución de Saturniidae (figura 20a) muestra una disminución gradual de la riqueza con el aumento de la altitud, confirmándose la hipótesis de mayor riqueza en altitudes bajas, con disminución progresiva a medida que la altitud aumenta. En el caso de Arctiidae (figura 20 b), la

distribución altitudinal concuerda con el efecto de dominancia media con mayor riqueza en la estación Esperanza ubicada a 1631 msnm.



**Figura 20.** Patrón de distribución de riqueza de Arctiidae (a) y Saturniidae (b) en un gradiente altitudinal en la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.

**4.2.3. Índice de diversidad de Margalef:** De acuerdo con el índice de diversidad de Margalef entre más altos los valores obtenidos mayor será la diversidad de la zona. Como se observa en la tabla 4, los valores de diversidad de Arctiidae son mayores en 1631 m, seguidos por 1448 m y finalmente en 2068 m, concordando con los datos de riqueza y distribución altitudinal mostrados antes. La diversidad para Saturniidae también muestra congruencia con las tendencias de riqueza mostradas anteriormente; es decir, la mayor diversidad se registra en altitudes bajas y disminuye progresivamente con la altitud.

**Tabla 4.** Diversidad de Margalef ( $D_{mg}$ ) para Saturniidae y Arctiidae en cada nivel altitudinal de la Reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.

Familia/ Altitud	1448m	1631m	2068m	M. totales
Arctiidae	5.96	8.83	3.11	10.81
Saturniidae	3.38	2.83	1.24	3.49
M. totales	7.38	8.47	3.15	10.68

**4.2.4. Índice de diversidad de Shannon.** El índice de diversidad de Shannon, estima la diversidad teniendo en cuenta la homogeneidad de la abundancia entre especies. Así, entre mayor es el índice, más homogéneamente está distribuida la abundancia entre las especies. Los patrones para las dos familias estudiadas corresponden a los obtenidos tanto para riqueza como para diversidad estimada con el índice de Margalef (Tabla 5)

**Tabla 5.** Diversidad de Shannon (H') para Saturniidae y Arctiidae en cada nivel altitudinal de la reserva Natural Tambito, Cauca, Colombia.

Familia / Altitud	1448m	1631m	2068m	M. totales
Arctiidae	2.93	3.41	2.09	3.59
Saturniidae	2.14	1.67	1.05	2.22
M. totales	3.15	3.27	2.12	3.56

### 4.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS Y ESTADÍSTICOS

**4.3.1. Estadístico Kruskal – Wallis.** Este parámetro permitió establecer que tanto Arctiidae como Saturniidae presentaron diferencias estadísticamente significativas en la distribución de la riqueza en el transecto altitudinal estudiado con valores de  $P = 5,48e-7$  y  $P=0,0097$  respectivamente ( $H= 9,26$  Para Saturniidae y  $28,83$  para Arctiidae). Por tal motivo, se aplicó un test de rangos múltiples para evaluar cuales pares de altitudes presentaron las mayores diferencias. La tabla 6, muestra que las diferencias de la familia Arctiidae, se presentaron entre las estaciones 1 y 2 y entre las estaciones 2 y 3; analizando la figura 21 que corresponde a esta prueba, se nota que la curva que se podría formar si se unieran los puntos centrales sería similar a las tendencias que han seguido los índices y demás pruebas utilizadas, concordando con la distribución de punto medio o efecto de dominancia media. Entre tanto, la tabla 7 muestra los resultados de este mismo test para familia Saturniidae. En este caso las diferencias altitudinales no son suficientemente claras por lo que ninguna de las casillas presenta el símbolo que representa la diferencia (\*). De igual forma que Arctiidae, si en la figura 22 se unieran los puntos centrales, se obtendría una curva de tendencia similar a lo que ha presentado la familia Saturniidae a lo largo del trabajo, esta es la tendencia distribución de gradiente altitudinal.

**Tabla 6.** Prueba de rangos múltiples para la familia Arctiidae, comparando la riqueza entre pares de altitudes.

Contraste	Diferencia	+/- Limites
Altitud 1 Vs Altitud 2	*-0,782	0,56
Altitud 1 Vs Altitud 3	0,273	0,56
Altitud 2 Vs Altitud 3	*1,05455	0,55845

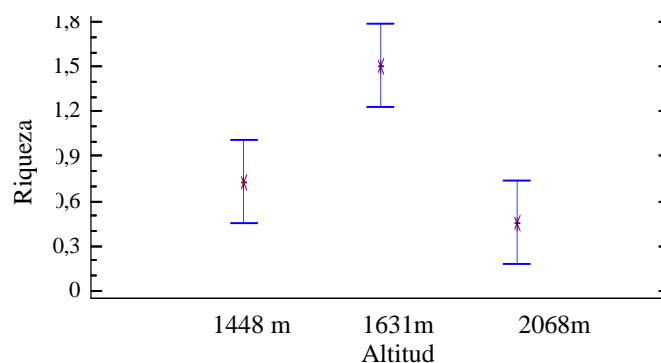
\*Diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 7.** Prueba de rangos múltiples para la familia Saturniidae, comparando la riqueza entre pares de altitudes

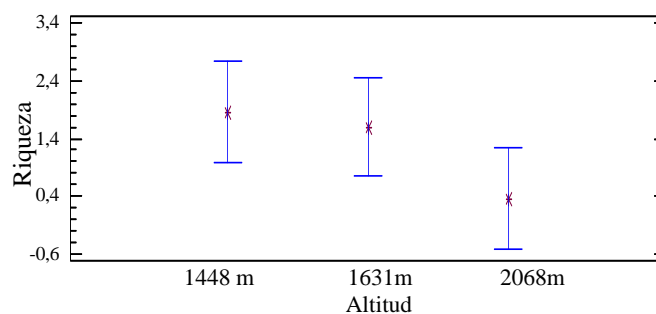
Contraste	Diferencia	+/- Limites
Altitud 1 Vs Altitud 2	0,257143	1,73122
Altitud 1 Vs Altitud 3	1,5	1,76081
Altitud 2 Vs Altitud 3	1,24286	1,73122

\* Diferencias estadísticamente significativas.





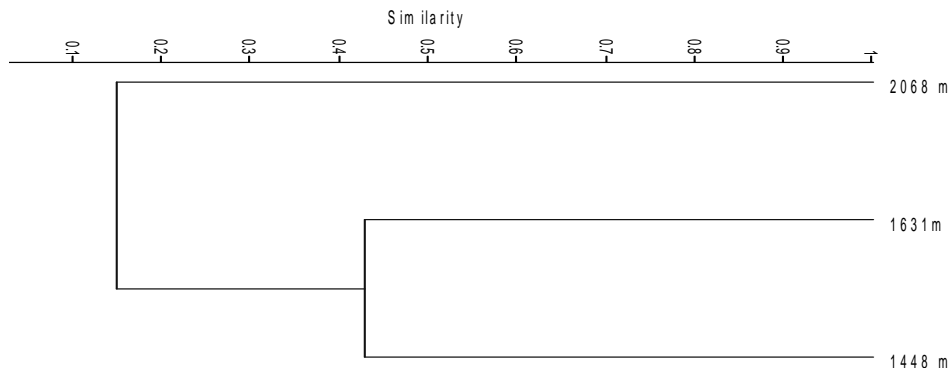
**Figura 21.** Resultados de la prueba de rangos múltiples Familia Arctiidae. Medianas e intervalos (LSD) con el 95% de nivel de confianza. Se observa las altitudes que presentaron las diferencias significativas, se puede ver también la similitud entre esta figura y la tendencia de distribución altitudinal para la familia Arctiidae.



**Figura 22.** Resultados de la prueba de rangos múltiples Familia Saturniidae. Medianas e intervalos (LSD) con el 95% de nivel de confianza. Se observa las altitudes que presentaron diferencias, se puede ver también la similitud entre esta figura y la tendencia de distribución altitudinal para la familia Saturniidae.

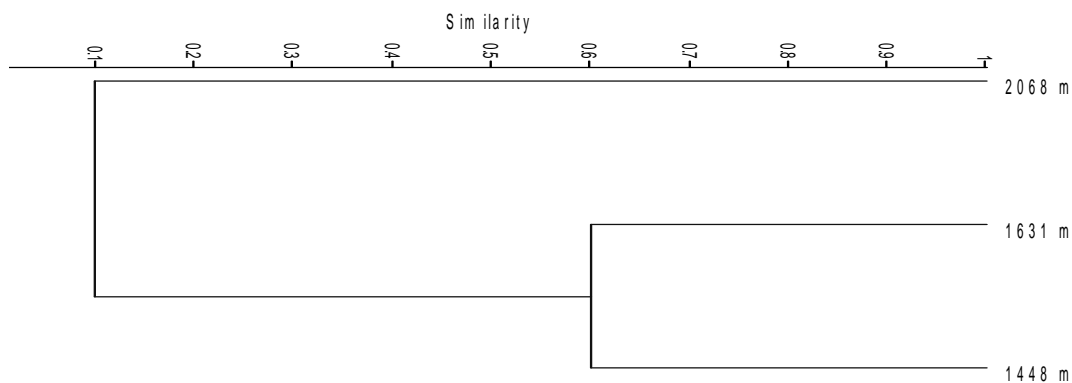
#### 4.4. DIVERSIDAD BETA

**4.4.1. Índice de distancia de Bray Curtis.** En la figura 23, se ve claramente la relación que presentaron las abundancias de las muestras. Mientras que las estaciones Tambito y Esperanza mostraron un alto porcentaje de similitud (40%), debido a que comparten un mayor número de especies, en la estación Mirabilis se colectaron pocas especies que se relacionan con los restantes puntos de colecta por lo tanto el porcentaje de similitud (15%) se redujo.



**Figura 23.** Dendrograma de Bray Curtis para la familia Arctiidae a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva Natural Tambito, Cauca Colombia.

En el caso de los Saturniidae (figura 23), se evaluaron las misma altitudes, encontrando un patrón similar al de la familia Arctiidae, pero con mayor porcentaje de similitud entre las estaciones Tambito y Esperanzas (60%) y solo el 5% de similitud entre la estación Mirabilis y los restantes puntos de muestreo, al igual que lo registrado para la familia Arctiidae, esto se debe a que la cantidad de especies compartidas fue mayor en las elevaciones menores.



**Figura 24.** Dendrograma de Bray Curtis para la familia Saturniidae a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva Natural Tambito, Cauca Colombia

## 5. DISCUSIÓN

Se encontró que las especies de familia Saturniidae se distribuyen de acuerdo a la hipótesis de gradiente altitudinal, esto es que su riqueza es mayor en las altitudes bajas y disminuye a medida que la altitud aumenta. Estos datos se confirman con cada uno de los índices utilizados en el trabajo.

Las curvas de acumulación de especies tienden a una estabilización de su asíntota debido a que el inventario de satúrnidos de la zona está casi completo. Esto significa que aunque se colectaron quince especies, estas son una buena representación de la familia en la Reserva Natural Tambito. Los resultados de la curva de acumulación de especies concuerdan con los resultados de los índices de Chao y Jackknife que muestran un máximo de 15.27 especies esperadas y un 98% en la eficiencia de captura.

La distribución altitudinal de la familia Arctiidae, mostró una tendencia diferente, ajustándose a la hipótesis del punto medio (mid domain effect, Colwell *et al*, 2004 y McCain, 2004), esto quiere decir que la riqueza de Arctiidae fue mayor en 1631 m disminuyendo en 1448 y 2068 m respectivamente. Estos resultados se confirman con los índices y pruebas utilizadas en todo el trabajo.

Las curvas de acumulación de especies de la familia Arctiidae muestran una pendiente positiva muy marcada que indica que aún falta mucho trabajo para tener un inventario mediano de esta familia en la reserva, esto quiere decir que es necesario un esfuerzo de muestreo mucho mayor para obtener una muestra representativa de los ártidos de la reserva. Los datos de Chao y Jackknife son congruentes con esta aseveración reportando un total de 130 especies esperadas y una discreta eficiencia de captura (42%).

El número de especies de satúrnidos encontrado en la Reserva Natural Tambito (15) es menor al obtenido en la Reserva Río Ñambí (59), departamento de Nariño (Amarillo, 1997c), San José del Palmar (32), departamento de Chocó (Decaëns *et al*, 2003) y Albania (29), departamento de Caquetá (Racheli, 2005). Las diferencias pueden explicarse en función del gradiente altitudinal aquí considerado, pues se trabajó con altitudes desde 1448 hasta 2068 msnm, mientras que en los estudios mencionados las altitudes no superan los 1000 msnm. Por lo tanto y teniendo la tendencia de distribución altitudinal que presenta la familia y además lo mencionado en la regla de Rapoport (Sanders, 2002) es de esperar que haya un menor número de especies en altitudes superiores.

Haciendo una comparación entre los satúrnidos colectados en este trabajo y los registros que se tienen para Colombia (302 especies aproximadamente), se obtiene que el número de especies encontrado en Tambito representa el 5% de los satúrnidos del país, haciendo de esta una muestra importante en un área que no supera las 1400 has. Además, dentro de las 15

especies colectadas se encontró que cinco de ellas *Automeris oiticiacai*, *Gamelia kiefferi*, *Hylesia mimex*, *Hylesia bouvereti* y *Citheronia ecuatorialis* no se han reportado en los trabajos anteriormente mencionados (tabla 8).

**Tabla 8.** Comparación de las especies de Saturniidae registradas en la Reserva Natural Tambito con los datos de cuatro trabajos realizados en Colombia.

Especie	Localidad			
	Tambito	Río Ñambí	San José del Palmar	Albania
<i>Automeris oiticiacai</i>	X			
<i>Gamelia kiefferi</i>	X			
<i>Hylesia</i> sp	X			
<i>Hylesia continua</i>	X		X	
<i>Hylesia mimex</i>	X			
<i>Hylesia bouvereti</i>	X			
<i>Rhodirphia carminata</i>	X	X		
<i>Pseudodirphia menander</i>	X	X	X	
<i>Adelonievaia jason</i>	X	X		X
<i>Eacles imperialis</i>	X	X	X	X
<i>Eacles ormondei</i>	X	X	X	
<i>Citheronia ecuatorialis</i>	X			
<i>Copaxa multifenestrata</i>	X	X	X	
<i>Copaxa ignesens</i>	X	X		
<i>Rothschildia Orizaba</i>	X	X	X	

En el caso de la familia Arctiidae, el número de especies encontrado en la Reserva Natural Tambito (56) no se pudo comparar con otros estudios, dado que este es el primer trabajo que se conoce sobre la distribución y riqueza de esta familia en Colombia. Los datos que se pudieron encontrar están relacionados con Ecuador (Piñas, 2000., Hilt, 2005., Padrón 2006), Brasil (Teston, 2004., Ferro y Diniz, 2007), Perú (Grados, 2002), Nicaragua (Maes *et al* y., Hernández *et al*, 2004) que aunque no son estudios en gradientes altitudinales si hacen reportes relevantes del número de especies de ártidos para cada país. Por ejemplo, Piñas (2000) reporta 532 especies para Ecuador, este registro puede ser conservador para el territorio colombiano si se tiene en cuenta su extensión total (comparada con la extensión de Ecuador) pues las especies de ártidos de la Reserva Tambito representarían el 10% de las registradas por Piñas (2000) para Ecuador. Y no se debe olvidar además, que según Chao y Jackknife el número de especies estimado para esta zona supera las 130 especies lo que representaría más del 20% de los ártidos ecuatorianos incluidos en un área que no supera las 1400 has. Hasta el momento, este es el primer trabajo de distribución en gradientes altitudinales realizado con polillas en el territorio colombiano.

La distribución altitudinal de las dos familias se pudo definir apropiadamente, de tal forma que los satúrnidos prefieren las elevaciones bajas. Es posible que esto se deba a que en altitudes inferiores se pueda conservar mayor cantidad de energía. Esta condición podría favorecer a la familia dada la ausencia o atrofia de su aparato bucal pues si se puede conservar energía por más tiempo, las posibilidades de llevar a cabo las actividades de reproducción también aumentarían. Aunque Saturniidae presenta una tendencia general definida, el género *Hylesia* presenta un pico de mayor riqueza a 1631m que se ajusta al efecto de dominancia media, similar a lo presentado por Tomasz y Januz (2002) donde a pesar de tener una distribución general para todo un grupo (subfamilia Satirinae), se presentaron variaciones dentro del mismo, obteniéndose “subpatrones” de distribución.

Comparando la distribución de las especies de Saturniidae colectadas con la distribución que registra Amarillo (2000), se amplía el rango de distribución y se hacen nuevos reportes altitudinales de algunas especies de esta familia tal y como se muestra en la tabla 9.

**Tabla 9.** Distribución altitudinal de las especies de Saturniidae según Amarillo 2000 y lo encontrado en este trabajo.

Especie	Distribución por Localidad	
	Amarillo 2000 (msnm)	Encontrado (msnm)
<i>Hylesia continua</i>	515	1400-1600
<i>Hylesia mimex</i>	?	1600
<i>Hylesia bouvereti</i>	?	1400-1600
<i>Gamelia kiefferi</i>	?	1600
<i>Automeris oiticiacai</i>	?	1400
<i>Adeloniaevaia jason</i>	0-1400	1400-2000
<i>Rhodirphia carminata</i>	1000-1400	1400-1600
<i>Eacles imperialis</i>	600-1400	1400
<i>Eacles ormondei</i>	0-1000	1400-1600
<i>Citheronia equatorialis</i>	0-2000	1400-1600
<i>Pseudodirphia menander</i>	0-1000	1400-2000
<i>Copaxa ignesens</i>	1365-2200	1400-1600
<i>Copaxa multifenestrata</i>	0-2800	1400
<i>Rotschildia orizaba</i>	0-2800	1400-1600
<i>Hylesia</i> sp		1400

Entre tanto, El patrón de distribución altitudinal que presentó la familia Arctiidae fue el de efecto de dominancia media (mid-dominain effect) que muestra picos de riqueza en altitudes medias. Este modelo de distribución se debe probablemente a la gran riqueza de esta familia y a que la versatilidad de sus especies le permite resistir cambios bruscos en las condiciones ambientales lo que hace de esta una familia cosmopolita. Esta familia al igual que Saturniidae registró, tendencias globales de distribución con variaciones dentro del las subfamilias, este

fue el caso del género *Agylla* y de las especies no determinadas, cuya distribución se ajusta al patrón de gradiente altitudinal. Estos resultados concuerdan con lo presentado por Tomas y Januz (2002), y Brehm y Fiedler (2003) quienes encontraron comportamientos globales similares, con mayores riquezas en altitudes medias y algunas variaciones internas en los grupos de estudio. Arvid (2003) sugiere además que esta tendencia se debe a restricciones ecológicas poco estudiadas y por lo tanto poco comprendidas.

En consecuencia, sería muy útil verificar los datos de las familias estudiadas y evaluar nuevamente su distribución seleccionando más de tres estaciones de colecta a lo largo del gradiente y teniendo en cuenta que estas se encuentren separadas por distancias similares con el fin de evaluar si el cambio que se presenta se debe a condiciones ecológicas normales o a barreras no detectadas en este estudio.

Los índices de diversidad alfa, Margalef y Shannon, presentan valores “medio-altos” para Arctiidae en las estaciones Tambito ( $D_{mg}= 5.96$ ,  $H'=2.93$ ) y Esperanza ( $D_{mg}=8.83$ ,  $H'=3.41$ ) y valores “medio-bajos” en la estación Mirabilis ( $D_{mg}= 3.11$ ,  $H'=2.09$ ), Registrando una similitud entre las tendencias altitudinales que reportan todos los índices empleados hasta el momento. Aunque para Colombia no se tienen registros de investigaciones en gradientes altitudinales para esta familia, se encontraron estudios similares pero en grupos como el de mariposas diurnas (Palacios, *et al.* 2006., García J, *et al* 2007 ) que muestran patrones análogos a los de la familia Arctiidae, esto quiere decir que se ajustan al efecto de dominancia media (Colwell *et al* y McCain, 2004) con mayores valores de riqueza y diversidad en altitudes medias; según Gracia J. *et al* (2007) estos valores son el producto de la convergencia o solapamiento de los rangos de distribución altitudinal de las especies en la altitud intermedia. En nuestro caso no se puede asegurar que esta sea la razón única de estos resultados para Arctiidae, pues no se conocen con precisión los rangos de distribución altitudinal y por lo tanto no se tiene certeza si se presentan rangos de solapamiento, también se debe tener en cuenta que es una familia muy resistente a cambios ambientales y tienen una amplia gama de plantas nutricias que le permite conseguir alimento de forma más sencilla. Por otra parte, estudios como los de Sanders (2003), Jiménez (2004), Abós (2005), Hilt (2005) mencionan que en áreas de mosaico (zonas de cultivos contiguas a áreas forestales) se presenta una mayor riqueza de lepidópteros, esta También podría ser una razón que explique el mayor número de especies en las estaciones Tambito y Esperanza (áreas utilizadas para vivienda pastoreo de los empleados de la reserva).

De igual forma son escasos los documentos que estudian perfiles altitudinales para la familia Saturniidae, pero haciendo una comparación con otros grupos de flora y fauna se pudo encontrar distribuciones similares en trabajos como los de Luna y Llorente (2004) para la comunidad de Rophalocera de la Sierra Nevada (México); Ter Seege (no data) para las plantas de la Guyana; Suárez y Ramírez (2004) para una comunidad de anuros en Santander (Colombia) que concuerdan con la regla de Rapoport (para mayor información, ver Sanders 2002). Los índices empleados para la familia Saturniidae presentaron valores menores que los registrados para la familia Arctiidae, así mismo, una tendencia que se ajusta al patrón de gradiente altitudinal, esto significa que la estación Tambito presentó los mayores valores de diversidad ( $D_{mg}= 3.38$ ,  $H'=2.14$ ), que disminuyeron en la estación esperanza ( $D_{mg}= 2.83$ ,

H'=1.67) y en la estación Mirabilis respectivamente ( $D_{mg}= 1.24$ , H'=1.05); Todos estos valores para la familia Saturniidae son “medio-bajos”, esto se debe, principalmente a que las colectas y el número de especies son reducidas en comparación con Arctiidae, afectando directamente los valores de los índices, además de los efectos generados por causa de la ausencia del aparato bucal mencionados anteriormente. Aunque la distribución altitudinal de esta familia es diferente a la de Arctiidae existe una congruencia en cuanto a los sitios donde los índices de diversidad presentaron los valores más altos, en ambos casos fueron las zonas (estaciones Tambito y Esperanza) que presentaron la mayor intervención antrópica, esto según Sanders (2003), Jiménez (2004), Abós (2005), Hilt (2005) deriva en mayores índices de riqueza, pudiendo influir en los resultados de este trabajo.

Los resultados de Kruskal-Wallis indican que existen diferencias significativas en la distribución altitudinal de las dos familias. Mediante una prueba de rangos múltiples se determinó cuales altitudes presentaron tales diferencias. Arctiidae mostró que las diferencias se presentaron entre las altitudes 1 y 2 y 2 y 3 respectivamente. Lo que se puede decir hasta el momento para esta familia, es que esta distribución se debe principalmente a la resistencia de Arctiidae a los cambios ambientales, además de la amplia gama de plantas nutricias (Scoble, 1992) que facilita su distribución a lo largo de los gradientes.

La familia Saturniidae, también mostró diferencias significativas en su tendencia de distribución altitudinal, pero analizando estos resultados con la prueba de rangos múltiples no se pudo determinar entre que altitudes se presentaron tales diferencias, esto debido a que el número de muestras obtenido es muy pequeño y si bien aporta información valiosa para la definición de la tendencia altitudinal de esta familia, no es una muestra ideal que aporte datos definitivos sobre la disposición de las especies de Saturniidae sobre el gradiente altitudinal estudiado. Sin embargo en este momento se puede decir que la distribución Saturniidae se ajusta al patrón de gradiente altitudinal. Esto también se debe a que las plantas hospederas de esta familia son más restringidas que las de la familia Arctiidae y además necesitan climas cálidos para optimizar su desempeño (Scoble 1992) por lo cual sus especies tienden a disminuir a medida que la altitud aumenta.

El índice de Bray Curtis para las dos familias es muy parecido de tal forma que el mayor porcentaje de similitud se presenta entre 1448 y 1631 msnm, esto se debe principalmente a que estas dos altitudes están separadas solo por 200 m de altitud, mientras que la estación Mirabilis está separada de la primera por 600 m y la segunda por 400 m. La menor distancia que separa a la estación Tambito y a la estación Esperanza hace que los factores ambientales y la composición florística sean similares, de tal forma que se encontrarán especies hospederas compartidas en ambos sitios ocasionando que las especies de las dos estaciones tengan un mayor porcentaje de similaridad. Por otro lado la estación Mirabilis presenta temperaturas más bajas y la cobertura vegetal es más densa que la cobertura de las estaciones Tambito y Esperanza, estos factores generan la diferencia en la estructura de las comunidades de las familias estudiadas.

El índice de Bray Curtis también muestra un cambio gradual en la estructura de las comunidades; este cambio, se da como consecuencia del reemplazo a nivel vegetacional entre

los niveles altitudinales. Se debe destacar que en este trabajo no se evaluó el cambio de la vegetación a nivel altitudinal, que puede ser de gran importancia para explicar la variación de las especies en el gradiente. Así mismo es muy importante muestrear a 1800 m, pues permitirá saber si lo que realmente ocurre es un reemplazo gradual a causa de los cambios vegetacionales o si el cambio se presenta debido a alguna barrera natural que no permite la circulación de las especies entre las estaciones seleccionadas.



## 6. CONCLUSIONES

Se concluye que la familia Saturniidae se ajusta a un patrón de distribución altitudinal donde la riqueza disminuye a medida que la altitud aumenta. Entre tanto, en el patrón de distribución altitudinal de la familia Arctiidae, los mayores valores de riqueza se presentan en la altitud media, concordando con el efecto de dominancia media. Además, las diferencias más evidentes en cuanto a la distribución altitudinal, se presentaron en el caso de Saturniidae, entre las estaciones Tambito y Esperanza y en el caso de Arctiidae entre las estaciones Esperanza y Mirabilis. Así mismo, los datos de la revisión bibliográfica realizada para este trabajo, permitieron establecer que esta es la primera investigación sobre la familia Arctiidae en ecosistemas naturales colombianos y finalmente, se registraron por primera vez 56 especies de ártidos para Colombia y se amplió el rango de distribución de 10 especies satúrnidos.

## 7. RECOMENDACIONES

A manera de recomendaciones se puede establecer que aunque las lámparas Coleman producen buenos resultados de colecta se recomienda utilizar bombillos de vapor de mercurio de 250W y tubos de luz negra con los que puede aumentar considerablemente el éxito de captura. Aunque estas lámparas son más costosas y no se consiguen en Colombia. Así mismo, si en futuros estudios se realizan nuevas colectas en la zona, es recomendable que estas colectas se lleven a cabo en intervalos altitudinales separados por distancias similares y estableciendo un mayor número de estaciones dentro de este mismo rango. Si se emplea amoniaco para el sacrificio de especímenes, es recomendable utilizarlo muy diluido ya que de lo contrario se puede deteriorar el material colectado, y por último, al realizar nuevos estudios para determinar las tendencias de distribución altitudinal de un grupo cualquiera, es necesario tener en cuenta que estudios a una escala local mucho más detallada (microhábitat), proporcionarán el conocimiento, de la forma como las condiciones ambientales influyen en la configuración de los patrones de distribución altitudinal observados.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABÓS, F. Análisis de las Comunidades de Mariposas en los Agroecosistemas en Aragón, España (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea). **EN:** Revista de Lepidopterología, Vol 33 No 131. 2005.
- AMARILLO, A. Nuevos Registros de Saturninos (Lepidoptera: Saturniidae) para Colombia. **EN:** Entomólogo, Vol 24(81):12. 1996.
- \_\_\_\_\_ Descripción de la Hembra de *Copaxa ignescens* (Lepidoptera: Saturniidae) con Anotaciones sobre sus Primeros Estadios Inmaduros. **EN:** Caldasia Vol 19 (1-2), Pág 41 - 44. 1997a
- \_\_\_\_\_ Saturninos de Colombia (Excepto Hemileucinae) (Lepidoptera: Saturniidae). Tesis de grado de Maestría, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 1997b.
- \_\_\_\_\_ Actividad de Saturninos (Lepidoptera: Saturniidae) en la Reserva Natural Río Ñambí Nariño, Colombia. **EN:** Boletín Museo de Entomología Universidad del Valle. Vol. 5 No 2. Pág 1-14. 1997c.
- \_\_\_\_\_ Nuevos Registros de Saturninos (Lepidoptera: Saturniidae) para Colombia. II. **EN:** Entomólogo Vol. 27 No 86. Pág 3.1998.
- \_\_\_\_\_ Polillas Saturnidas (Lepidoptera: Saturniidae) de Colombia. **EN:** Biota Colombiana Vol. 1. No 2. Pág 177-186. 2000.
- \_\_\_\_\_. Uso de Polillas (Lepidoptera: Heterocera) como Bioindicadores del Estado de Conservación de un Ecosistema. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fe de Bogotá. 1998.
- ANDREW, N., RODGERSON, L. Y DUNLOP, M. Variation in Invertebrate–Bryophyte Community Structure at Different Spatial Scales Along Altitudinal Gradients. **EN:** Journal of Biogeography, Vol. 30. Pág 731–746. 2003.
- ARVID J. Y VETAAS O. Species Richness and Altitude: A Comparison Between Null Models and Interpolated Plant Species Richness along the Himalayan Altitudinal Gradient, Nepal. **EN:** The American Naturalist Vol. 159. No. 3. 2002.

- ARVID, J. Ecological Interpretations of the Mid-Domain Effect. **EN:** Ecology Letters Vol. 6 (10). Pág 883–888. 2003.
- BREHM, G. FIEDLER, K. Faunal Composition of Geometrid Moths Changes With Altitude in an Andean Montane Rain Forest. **EN:** Journal of Biogeography Vol. 30 (3). Pág 431–440. 2003.
- BECKER, V., CARCASSON, R., HEPPNER, J. Y LEMAIRE, C. Atlas of Neotropical Lepidoptera. Edited by HEPPNER, J. Gainesville. Pág 87. 1996.
- MICROSOFT CORPORATION. Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta. 2006.
- BROWN, K. Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators. The Conservation of Insects and Their Habitats. **EN:** Collins N., Thomas J. Cap 14. Pág 350-423. 1991.
- BROWN, J. y LOMOLINO, M. Biogeography. 2d ed. Sinauer, Sunderland, Mass. 1998.
- CAMERO, R. Caracterización de la Fauna de Carábidos (Coleoptera: Carabidae) en un Perfil Altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta-Colombia. **EN:** Rev. Acad. Colomb. Cienc. Vol. 27 (105): Pág 491-516, 2003.
- CARRANZA Q. La Diversidad Biológica de Colombia. [www.monografias.com](http://www.monografias.com). 2004.
- CASAÑAS O. Estructura de la Comunidad de Pteridofitos Epífitos en un Bosque de Niebla de la Reserva Natural Tambito-Cauca, Colombia. Tesis de Grado. Programa de Biología. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca. 2002.
- COLWELL, R. y. CODINGTON. J. Estimating Terrestrial Biodiversity Through Extrapolation. **EN:** Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, 345: Pág 101-108. 1994.
- COLWELL, R., RAHBEK, C. y GOTELLI, N. The Mid-Domain Effect and Species Richness Patterns: What Have We Learned So Far? **EN:** The American Naturalist Vol. 163, No. 3. 2004.
- CONSERVACIÓN INTERNACIONAL. Diversity Hotspots. [www.conservacióninternacional.org](http://www.conservacióninternacional.org). 2005.
- CORONADO, R. y MARQUEZ, A. Introducción a la Entomología, Morfología y Taxonomía de Insectos. Editorial Limusa. México. Pág 282. 1980.

- CORTES R. Aspectos Estructurales de un Palmar de *Welfia regia* en Tambito. Cauca. Tesis de Grado para Optar al Título de Biólogo. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Universidad del Cauca. Popayán. 1997.
- CUATRECASAS, J. Aspectos de la Vegetación Natural de Colombia. **EN:** Revista de la Academia de Ciencias Exactas; físicas y Naturales. Bogotá Vol. 10. No 40. 1989.
- DÁVALOS, L. y GUERRERO, J. The Bat Fauna of Tambito, Colombia. **EN:** Chiroptera Neotropical. Vol. 5 No 2. p 112-115. 1999.
- DAVIES, R. Introducción a la Entomología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Pág 181-185. 1991.
- DECAËNS, T.; BONILLA, D.; RAMIREZ, L.; AMARILLO, A., WOLFE, K.; BROSH, U. y NAUMAN, S. Diversidad de Saturniidae (Lepidoptera) en la Selva Andina de San José del Palmar (Alto Chocó Colombia). **EN:** Boletín Científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural. Manizales. Vol. 7. p 58 - 59. 2003.
- FERNÁNDEZ, A. y CHILÍTO, W. Tesis de Pregrado. Composición y Abundancia de la Comunidad de Lepidópteros Diurnos (Rhopalocera), en Tambito Departamento del Cauca. Fundación Universitaria de Popayán. Popayán Cauca. 1998.
- FERRO, V. y DINIZ, I. Composição de Espécies de Arctiidae (Insecta: Lepidoptera) em Áreas de Cerrado. **EN:** Revista Brasileira de Zoologia Vol: 24, 3: Pág 635- 646. 2007.
- GARCIA, J., OSPINA F., VILLA, F. Y REINOSO, G. Diversidad y Distribución de Mariposas Satyrinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en la Cuenca del Río Coello, Colombia. **EN:** Rev. Biol. Trop. Vol. 55 (2). 2007.
- GENTRY, A. Species Richness and Floristic Composition of Chocó Region Plant Communities. **EN:** Caldasia. Vol. 15: Pág 71-91. 1998.
- GONZÁLES, C. Diversidad y Composición Florística del Bosque de Niebla en el Departamento del Cauca, Colombia, **EN:** Cespedesia Vol. 24. No Pág 75-78. 2000b.
- GORDON, R. La Taxonomía de Insectos: Su Importancia y Perspectivas. Memorias XII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología –SOCOLEN-. Medellín, Colombia. 1985
- GRADOS, J. Los Arctiidae y Sphingidae (Lepidoptera: Heterocera) del Santuario Histórico de Machu Pichu, Cuzco, Perú: Estudio preliminar. **EN:** Revista Perú biol. Vol. 9 No 1. Pág 16-22. 2002.
- GULLAN, P., y CASTRON, P., The Insects – An Outline of Entomology. Blackwell Science. Second edition. 470 p. 2000.

- HAMMER, O., HARPER, D. y RYAN, P. Past, Version 1.74: Paleontological statistic software package for education and data analysis. **EN:** Palaeontología Electrónica Vol 4 (1): Pág 9. 2001.
- HAMMOND, P. y MILLER, J. Comparison of the Biodiversity of Lepidoptera Within Three Forested Ecosystems. **EN:** Annals of the Entomological Society of America Vol 91(3): Pág 323-328. 1998.
- HEPPNER, J. Faunal Regions and the Diversity of Lepidoptera. **EN:** Trop. Lepid. Vol 2 (Suppl. 1): Pág 1-85. 1991.
- HERNÁNDEZ, F., MAES, J., y LAGUERRE, M. Listado Preliminar de los Ctenuchinae (Insecta: Lepidoptera: Noctuoidea: Arctiidae) de Nicaragua. **EN:** Rev. Nica. Ent. Vol 64: Pág 1-13. 2004.
- HILT, N. Diversity and Species Composition of Two Different Moth Families (Lepidoptera: Arctiidae y Geometridae) Along a Sucesional Gradient in the Ecuadorian Andes. Dissertation. Doctoral Tesis. 2005.
- HOLDRIDGE, L. Ecología Basada en Zonas de Vida. Costa Rica: Ilca. 1987.
- INGEOMINAS. Mapa Geológico de la plancha 364. Timbío. 1984.
- JARAMILLO, E. Aspectos Básicos Sobre Morfología y Fisiología de Insectos. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Manizales. Pág 45-46. 1997.
- JARVIS, A. (ed). Project Negret: Exploring Innovative Techniques in Measuring and Monitoring Biological Diversity in the Tropical Montane Forest of Cauca Colombia. Pág 40. 1999.
- JIMENEZ, A., MARTÍN, J., y MUNGUIRA, M. Patrones de diversidad de la Fauna de Mariposas del Parque Nacional de Cañaberos y su Entorno (Ciudad Real, España central), (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea). **EN:** Animal biodiversity and Conservation. Vol 27. 2. 2004
- JIMENEZ, V., HORTAL, J. Las Curvas de Acumulación de Especies y la Necesidad de Evaluar la Calidad de los Inventarios Biológicos. **EN:** Revista Ibérica de Aracnología. Vol 1, 31- XII – 2003.
- KITCHING, R., ORR, A., THALIB, L., MITCHELL, H., HOPKINS, M. y GRAHAM, A. Moth Assemblages as Indicators of Environmental Quality in Remnants of Upland Australian Rain Forest. **EN:** Journal of Applied Ecology Vol 37: Pág 284-297. 2000.

- KLUTS, A. y KLUTS, E. Los Insectos. Editorial Seix Barral, S.A. Barcelona. Pág 151-157. 1973.
- LEMAIRE, C. Les Attacidae Americains. Attacinae. Édition. Neuilly-sur- Seine. 238 p. 78 pl. 1978.
- \_\_\_\_\_. Les Attacidae Americains. Arsenurinae. Édition. Neuilly-sur- Seine. 199 p. 188 pl. 1980.
- \_\_\_\_\_. Les Attacidae Americains. Ceratocampinae. Édition. Neuilly-sur- Seine. 416 p. 250 pl. 1987.
- LUIS, M., LLORENTE J., VARGAS, F. y GUTIÉRREZ, A. Síntesis Preliminar del Conocimiento de los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México. **EN:** Martín P., Morrone, J. y Melic, A. *Monografías Tercer Milenio*. Vol. I. Pág 275-285. Boletín SEA. Zaragoza, España. 2000.
- LUIS, M., LLORENTE, J., VARGAS, F. y WARREN, A. Biodiversity and Biogeography of Mexican Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperoidea). **EN:** *Proc. Entomol. Soc. Wash.* Vol 105(1): Pág 209-224. 2003.
- LUNA, M. y LLORENTE, J. Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) De La Sierra Nevada, México. **EN:** *Acta Zoológica Mexicana* Vol 20(2): Pág 79-102. 2004.
- MAES, M., BARNES, M., LAGUERRE, M. y CERDA, J. Fauna Entomológica de Nicaragua, Familia Arctiidae. No data.
- MAGURRAN, E. *Measuring the Biological Diversity*. Blackwell Publishing Company. Carleton Australia. 256 pág. 2004.
- MACARTHUR, R. Patterns of Communities in the Tropics. **EN:** *Biological Journal of the Linnean Society* Vol. 1: Pág 19–30. 1969.
- MCCAIN, C. The Mid-Domain Effect Applied to Elevational Gradients: Species Richness of Small Mammals in Costa Rica. **EN:** *Journal of Biogeography* Vol 31, Pág 19–31 2004.
- MCCOY, E. The Distribution of Insects along Elevational Gradients. **EN:** *Oikos*, Vol 58, Pág 313–322. 1990.
- MORENO, C. *Métodos Para Medir la Biodiversidad*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Gorfi, S.A., Zaragoza España. Pág 41, 43. 2001.

- MUSEO DE HISTORIA NATURAL. Universidad del Cauca. Estudio de Viabilidad para la Declaratoria de un Corredor de Conservación de las Selvas Húmedas del Pacífico Colombiano. Biopacífico. Popayán. 213 pág. 1996.
- NIGEL, R., HUGHES, A. y HUGHES, L. Species Diversity and Structure of Phytophagous Beetle Assemblages Along a Latitudinal Gradient: Predicting the Potential Impacts of Climate Change **EN:** Ecological Entomology Vol 29, Pág 527–542. 2004.
- NOVOTNY, V., MILLER, S., BASSET, Y., CIZEK, L., DARROW, K., KAUPA, BORENKE., y WEIBLEN, G. An Altitudinal Comparison of Caterpillar (Lepidoptera) Assemblages on Ficus Trees in Papua New Guinea. **EN:** Journal of Biogeography Vol 32, Pág 1303–1314. 2005.
- NOVONTY, V. y WEIBLEN, G. From Communities to Continents; Beta Diversity of Herbivorous Insects. **EN:** Zool. Fennici. Vol 42, Pág 463-475. 2005.
- ANDREW, N., RODGERSON, L., y DUNLOP, M. Variation in Invertebrate –Bryophyte Community Structure at Different Spatial Scales Along Altitudinal Gradients. **EN:** Journal of Biogeography, Vol 30, Pág 731–746. 2003.
- NOTICIAS AMÉRICA LATINA. ON LINE [www.AMBIENTAL.net](http://www.AMBIENTAL.net). 2005.
- PADRÓN, S. Lepidópteros Diurnos y Nocturnos de la Reserva Buenaventura (Piñas – Ecuador). **EN:** Lyonia, Vol 9 (1), Pág 53-65. 2006.
- PALACIOS, M., CONSTANTINO, L. Diversidad de Lepidópteros Rhopalocera en un Gradiente Altitudinal en la Reserva Natural el Pangan, Nariño, Colombia. **EN:** Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural. Vol 10. Pág 258 – 278. 2006.
- PESSON, P. El Maravilloso Mundo de los Insectos. Editorial Juventud, Barcelona (España). Segunda edición. Pág 7. 1967.
- PIÑAS, F., RAB-GREEN, S., ONORE, G., MANZANO, I. Mariposas del Ecuador Vol. 20. Familia Arctiidae. Subfamilias Arctiinae y Pericopinae. Publicación especial Vol 3. 96 pág. 2000.
- POTES, L. Megadiversidad. On line version. [www.prodiversitas.org](http://www.prodiversitas.org). 2004.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). Noticias América Latina. Países de Megadiversidad. Se Crea Grupos Internacional Nacional de Países Megadiversidad. [www.ambiental.net/](http://www.ambiental.net/) 2004.
- RAHBEEK, C. The Elevational Gradient of Species Richness: a Uniform Pattern? Ecology Vol. 18 Pág 200–205. 1995.



- RACHELI, L. y RACHELI, T. An Update Checklist of the Saturniidae of Ecuador. Part I: Hemileucinae. (Lepidoptera: Saturniidae). **EN:** Shilap Revta. Lepid. Vol 23 (130), Pág 203- 223. 2005.
- RACHELI, L., VINCIGUERRA, R. Notes on some Saturniidae from Albania (Caquetá Departement) Including New Records for Colombia (Lepidoptera: Saturniidae). **EN:** Shilap, Revista de lepidopterología, Vol. 33, No 130. 2005.
- RINCÓN, M. The Effects of Surface Hydrological Connectivity on Hydrological Response to Land Use Change. **EN:** Advances in Environmental Monitoring and Modelling. Vol. 1. N° 1. Pág. 80-96. 2000.
- \_\_\_\_\_ Modelling the Hydrological Sensitivity to Land Use Change in a Tropical Mountainous Environment. A thesis submitted to the University of London for the degree of doctor of Philosophy. Department of Geography. King's College of London. 358 Pág. 2001.
- SALGADO, B. y ALCÁZAR, C. Corredor Biológico y Multicultural Sector Munchique-Pinche, Cordillera Occidental Colombiana. Corredores y Amenazas para la Conservación de la Biodiversidad en los Municipios de Morales, El Tambo y Argelia. Popayán. 18 pág. 2004.
- \_\_\_\_\_ Plan de Manejo, Centro de Estudios Ambientales del Pacífico "Tambito". Componente descriptivo. Popayán. 121 pág. 2004.
- SANDERS, N. Elevational Gradients in Ant Species Richness: Area, Geometry, and Rapoport's rule. **EN:** Ecography Vol 25: Pág 25–32. 2002.
- SANDERS, N., MOSS, J. y WAGNER, D. Patterns of Ants Species Richness Along Elevational Gradient in Arid Ecosystem. **EN:** Global Ecology and Biogeography. Vol 12, Pág 93 – 102. 2003.
- SERNA, I., CASAÑAS, O. y GÓMEZ, N. Observaciones Etnobotánicas Preliminares en la Reserva Tambito y Zonas Aledañas, Cauca, Colombia. **EN:** Unicauca Ciencia Vol. 5: Pág 3-9. 2000.
- SCOBLE, M. The Lepidoptera, Form, Function and Diversity. Natural History Museum Publications. Oxford University Press. New York. Pág 332-336. 1992.
- SHIU, H. y LEE, P. Seasonal Variation in Bird Species Richness Along Elevational Gradients in Taiwan **EN:** Acta Zoologica Taiwanica Vol 14(1): Pág 1 -21. 2003.

- SUÁREZ, H. y RAMÍREZ, M. Anuros del Gradiente Altitudinal de la Estación Experimental y Demostrativa el Rasgón (Santander, Colombia). **EN:** *Caldasia* Vol 26(2) Pág 395-416 2004.
- TERSEEGER, H. Flora, Vegetation, Endemism and Altitudinal Gradients in the Guyana Highland Area: a Brief Overview. In *Plants diversity in the Guyana Highlands*. No data.
- TESTON, J. y CORSEUIL, E. Diversidade de Arctiinae (Lepidoptera, Arctiidae) Capturados com Armadilha Luminosa, em Seis Comunidades no Rio Grande do Sul, Brasil. **EN:** *Revista Brasileira de Entomologia*. Vol 48, (1): Pág 77-90. 2004.
- TOMAZ, W. Y Janusz, W. The Vertical Distribution of Pronophilina Butterflies (Nymphalidae, Satyrinae) Along an Elevational Transect in Monte Zerpa (Cordillera de Mérida, Venezuela) with Remarks on Their Diversity and Parapatric Distribution. **EN:** *Global Ecology and Biogeography* Vol. 11 (3). Pág 211–221. 2002.
- VILLAREAL, H., ALVÁREZ, M., CÓRDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., MENDOZA, H., OSPINA, H. y UMAÑA, A. Manual de Métodos Para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 pág. 2004.
- WOLDA, H. Altitude, Habitat and Tropical Insect Diversity. **EN:** *Biological Journal of the Linnean Society*. Vol. 30 Pág 313–323. 1987.
- WOLFE, K. The Saturniidae, Wild Silk Moths, Giant Silk Moths and Emperor Moths. Text, Photos and Design. By Wolfe, K. 2005.