

**PAPILIONOIDEA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER (UIS)**

CÉSAR AUGUSTO PEÑA FONSECA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA

BUCARAMANGA

2014

PAPILIONIDEA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER (UIS)

CÉSAR AUGUSTO PEÑA FONSECA

Trabajo de Grado para optar al título de
Biólogo

Director

Dr. DANIEL RAFAEL MIRANDA ESQUIVEL

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2014

DEDICATORIA

A mi mamá y a todo lo que me llevo a este trabajo.

César Augusto Peña Fonseca.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todo y a todos.

Índice general

INTRODUCCIÓN	13
1 ANTECEDENTES	14
2 JUSTIFICACIÓN	16
3 OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO GENERAL	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4 COMPETENCIAS A DESARROLLAR	18
4.1 Reconocer las familias y subfamilias de Papilionoidea.	18
4.2 Analizar la información taxonómica.	18
4.3 Diseñar y efectuar un muestreo de Papilionoidea.	18
4.4 Redactar un informe.	19
5 MARCO REFERENCIAL	20
5.1 GRUPO DE ESTUDIO	20
5.1.1 Clasificación	20
5.2 ÁREA DE ESTUDIO	22
6 DISEÑO METODOLÓGICO	23
6.1 DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS	23
6.1.1 Reconocer las familias y subfamilias de Papilionoidea	23
6.1.2 Diseñar y efectuar un muestreo de Papilionoidea	28
6.1.3 Analizar la Información Taxonómica	30

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
7.1 RESULTADOS	35
7.1.1 Como usar la clave interactiva PAPILIONOIDEA-UIS	37
7.2 DISCUSIÓN	39
8 CONCLUSIÓN	43
Bibliografía	44

Índice de figuras

Figura 1. Puntos de Muestreo.	30
Figura 2. Regiones Alares.	32
Figura 3. Margenes Alares.	34

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Clasificaciones taxonómicas	21
Cuadro 2. Colores empleados	32
Cuadro 3. Tipos de mancha	33
Cuadro 4. Morfotipos encontrados	36

Resumen

TÍTULO: PAPILIONOIDEA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS)

1

AUTOR: César Augusto Peña Fonseca ²

PALABRAS CALVE: Clave, Interactiva, Papilionoidea

DESCRIPCIÓN:

En este trabajo se propone una clave interactiva para personas que con reconocer las cuatro alas de un insecta, puedan llegar a determinar familias y subfamilias de Papilionoidea (Endopterigota: Lepidóptera); una superfamilia que ofrece ventajas para el estudio de la biodiversidad [22] debido a su alta diversidad, facilidad en la determinación y a que pueden indicar áreas de endemismo [41]. Se presentan nuevos caracteres taxonómicos, descripciones y se listan los individuos recolectados. Las familias y subfamilias de Papilionoidea presentes en una muestra al interior del campus principal de la Universidad Industrial de Santander (UIS), entre los días 4 y 8 de mayo de 2012. Se describieron empleando características fáciles de reconocer sin entrenamiento entomológico y sin herramientas de aumento visual. Los caracteres que posteriormente se tradujeron al lenguaje de descripción taxonómica (DeLTa) [10], [12], involucran el patrón de pigmentación, la forma y el tamaño de las alas. También la posición, el tipo y distribución de las manchas. En el campus principal UIS se recolectaron y describieron trece subfamilias, siete de las cuales están contenidas en Nymphalidae. La clave interactiva generada a partir de la descripción de grupos taxonómicos de Papilionoidea, permite determinar cinco familias, doce subfamilias y dos tribus de Satyrinae. Finalmente, se evidencia la necesidad de establecer la diversidad biológica en el área urbana de Bucaramanga.

Palabras claves: Clave interactiva, Papilionoidea, UIS.

¹Trabajo de grado modalidad pasantía investigativa.

²Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director Daniel Rafael Miranda Esquivel.

Abstract

TÍTULO: PAPILIONOIDEA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS)

3

AUTOR: César Augusto Peña Fonseca ⁴

PALABRAS CALVE: Key, Interactive, Papilionoidea

DESCRIPCIÓN:

In this work, we propose an interactive key in such a way that just recognizing the four wings of an insect, people can determine families and subfamilies of Papilionoidea (Endopterygota: Lepidoptera). A superfamily that offers advantages for biodiversity studies [22] due its high diversity, easily determination and that can be used as an indicator for endemic areas [41]. Here, we will present taxonomic characters, descriptions, and the collected individuals will be listed. We analyzed a sample of families and subfamilies of Papilionoidea present in the main field of the Universidad Industrial de Santander (UIS), between days 4 and 8 of may, 2012. We described the individuals of the sample using features that allow easy recognition, without neither entomologic training nor increase visual tools. Posteriorly, features that were translated to the taxonomic description language (DeLTa) [10], [12], involved pigmentation pattern, shape and wings size, as well as position, type and distribution of the spots. Thirteen subfamilies were recollected and described, seven of which belong to Nymphalidae. The generated interactive key based on the description of taxonomic groups of Papilionoidea, allow us to determine five families, twelve subfamilies and two tribes of Satyrinae. Finally, we realize the need to stablish the biological diversity of the urban area of Bucaramanga.

Key words: Interactive key, Papilionoidea, UIS.

³Graduate work in research mode interchip.

⁴Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Director Daniel Rafael Miranda Esquivel.

INTRODUCCIÓN

Los insectos representan cerca del 55 % de la diversidad biológica conocida [22], [24], [25], Lepidóptera es el segundo orden más rico en especies [22] y Papilionoidea una superfamilia perteneciente a éste orden; superfamilia que ofrece ventajas para el estudio de la biodiversidad [22] debido a su alta riqueza de especies, facilidad en la determinación y a que pueden indicar áreas de endemismo [41]. Las comunidades tropicales de Papilionoidea se caracterizan por su alta riqueza específica, baja abundancia y algunas tienden a concentrarse en pequeñas áreas donde las larvas encuentran sus plantas hospederas [1], [17].

En Colombia, se reconoció alrededor de 3019 especies de Papilionoidea agrupadas en 5 familias y 22 subfamilias [2]. Al mismo tiempo en el departamento de Santander, se estimó la presencia de 137 especies agrupadas en 5 familias y 22 subfamilias [2].

La determinación de las categorías taxonómicas en que se subdivide Papilionoidea se ha hecho tradicionalmente con la morfología del exoesqueleto adulto [2], [21], implicando que solo aquellas personas con entrenamiento en morfología de Papilionoidea podrían llegar a determinar una especie.

Las condiciones ambientales en las áreas urbanas mantienen un gran número de artrópodos [42] y despiertan interés en la mayoría de las personas debido a que son estéticamente atractivos o causan algún tipo de daño [40]. Ahora bien, las características del patrón de pigmentación en Papilionoidea más que hacer de éste un grupo vistoso, permiten que personas sin entrenamiento entomológico determinen familias y subfamilias que en este caso de estudio se encuentran en un área urbana al norte de la meseta de Bucaramanga (Colombia: Santander).

Capítulo 1

ANTECEDENTES

En Santander, Andrade [2] estimó que se podría encontrar 137 especies y luego Caballero [7] señaló la recolecta de 226 especies en la Serranía de los Yariguíes, posteriormente Donegan [20] manifestó la recolecta de 248 especies. Las colecciones entomológicas también difieren, la Colección Entomológica de la Corporación para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) reconoce 190 especies recolectadas en Santander [9] mientras la Colección Entomológica UIS 158 especies [48]. Villalobos [52] presentó el único estudio que ha involucrado a Papilionoidea en el ecosistema urbano y periurbano de Bucaramanga (Colombia: Santander) y aunque la sede principal de la UIS fue una de las áreas de muestreo, no se evidenció que individuos se recolectaron en el campus principal UIS.

En la determinación taxonómica de Papilionoidea se ha descrito cada tagma (cabeza, tórax y abdomen) [44] y cada estado del desarrollo (huevo, larva, pupa e imago) [26]; el tagma más descrito ha sido el tórax y el estado del desarrollo con más características descritas ha sido el adulto.

El patrón de color es característico, constante y puede ser usado para identificar especies [36]. Además, una mancha o raya puede ser trazada de especie a especie dentro de un género, así mismo de género a género dentro de una familia [4], [36], [30]. Es decir, los elementos de los patrones de las alas tienen identidades que se pueden trazar de especie a especie, por lo general a través de géneros y familias [36].

Tradicionalmente la determinación taxonómica, se ha efectuado con características

morfológicas a través de claves dicotómicas [21], [26], [29]. Actualmente la identificación automatizada de taxón (ATI) [31] permite agilizar el proceso de forma automática o semiautomática. De esta forma, las claves interactivas como Intkey [10] son una herramienta semiautomatizada ya que permiten la visualización de todas las características descriptivas y los grupos taxonómicos que las presentan.

Capítulo 2

JUSTIFICACIÓN

La UIS se ha dispuesto a realizar y mantener actualizados los inventarios de Flora y Fauna en cada sede con el fin de generar conocimiento práctico, conocer los organismos que coexisten con la comunidad universitaria y establecer estrategias que permitan minimizar el impacto generado por las labores de la comunidad UIS. Es importante aclarar que las especies de Papilionoidea además de ser vistosas cumplen importantes funciones biológicas, por ejemplo ser fuente de proteínas, grasas y carbohidratos para sus predadores [34]. Así mismo son sensibles a cambios ambientales y por lo tanto su diversidad se ve amenazada por la actividad humana. Por consiguiente, es necesario conocer los organismos de nuestro entorno cotidiano a fin de generar conciencia sobre el efecto del hombre en el ambiente.

Capítulo 3

OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Implementar una clave interactiva para la determinación de familias y subfamilias de Papilionoidea al interior del campus principal UIS.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los individuos de Papilionoidea presentes en el campus principal de la Universidad Industrial de Santander (UIS).
- Proponer las características de coloración y forma útiles para la determinación taxonómica de los Papilionoidea en el área de estudio.
- Generar una lista de las subfamilias de Papilionoidea presentes en la sede principal de la Universidad.

Capítulo 4

COMPETENCIAS A DESARROLLAR

4.1 Reconocer las familias y subfamilias de Papilionoidea.

- El estudiante reconoce las familias y subfamilias de Papilionoidea al interior del campus principal UIS

4.2 Analizar la información taxonómica.

- El estudiante implementa una clave interactiva para la determinación de familias y subfamilias de Papilionoidea al interior del campus principal UIS.

4.3 Diseñar y efectuar un muestreo de Papilionoidea.

- El estudiante Diseña y efectúa un muestreo de Papilionoidea al interior del campus principal UIS.

4.4 Redactar un informe.

- El estudiante redacta un informe en el que se presentan los resultados de la pasantía.

Capítulo 5

MARCO REFERENCIAL

5.1 GRUPO DE ESTUDIO

Lepidóptera (Insecta: Endopterygota) difiere de otros holometábolos por tener alas escamadas y la maxila (glosa y paraglossa) modificada en forma de tubo que funciona como bomba succionadora en la mayoría de los individuos [21]. Por otra parte, Imms [26] dijo que Papilionoidea (Endopterygota: Lepidóptera), se caracteriza por tener las antenas clavadas, palpos labiales moderadamente largos y cubiertos por escamas, palpos maxilares reducidos y articulación alar amplexiforme.

La mayoría de las especies se encuentran en el neotrópico [23] y Wahlberg [54] propuso que las familias de Papilionoidea divergieron a mediados del Cretácico alrededor de 100 millones de años atrás, es decir que probablemente codivergen con los principales clados de angiospermas durante la separación de América y África [24].

5.1.1 Clasificación

El cuadro 1 muestra los cambios más representativos en la clasificación de Papilionoidea durante los últimos 100 años, desde Imms [26] hasta Nieuwerkerken [35] (ver cuadro

Cuadro 1: Clasificaciones taxonómicas

GRUPO	Inms, 1924	Ehrlich, 1961	Scott, 1984	Andrade, 1996	Freitas, 2005	Triplehorn y Johnson, 2005	Wahlberg et al., 2005a	Braby, 2006	Lamas, 2008	Kaath, 2008	Kim, 2010	Nienkerken, 2011
Papilionoidea	Papilionidae Pieridae Nymphalidae Lycaenidae Riodinidae	Papilionidae Pieridae Nymphalidae Lycaenidae Libytheidae	Papilionidae Pieridae Nymphalidae Lycaenidae Libytheidae	Papilionidae Pieridae Nymphalidae Lycaenidae Riodinidae	Nymphalidae	Papilionidae Pieridae Lycaenidae	Papilionidae Pieridae Lycaenidae Riodinidae	Pieridae	Papilionidae Pieridae Nymphalidae Lycaenidae Riodinidae	Nymphalidae	Papilionidae Pieridae Nymphalidae Lycaenidae	Papilionidae Pieridae Nymphalidae Lycaenidae Riodinidae
Papilionidae		Papilioninae Parassinae Baroniinae		Papilioninae Parassinae		Papilioninae Parassinae	Papilioninae Parassinae Baroniinae		Papilioninae Parassinae Baroniinae		Papilioninae Parassinae	
Pieridae		Coliadinae Pierinae Dismorphinae Pseudopontinae		Coliadinae Pierinae Dismorphinae		Coliadinae Pierinae Dismorphinae Pseudopontinae	Coliadinae Pierinae Dismorphinae Pseudopontinae		Coliadinae Pierinae Dismorphinae Pseudopontinae			
Lycaenidae		Riodininae Styginae Lycaeninae			Riodininae	Lycaeninae Polyommastinae Theclinae Miletinae Gerythinae Liphyrinae	Lycaeninae Polyommastinae Theclinae Miletinae		Lycaeninae Polyommastinae Theclinae Miletinae		Lycaeninae Polyommastinae Theclinae Miletinae	
Riodinidae	Nemobolinae Libytheinae			Euselastinae Riodininae							Euselastinae Riodininae Hameorinae Styginae	
Nymphalidae	Ithomiinae Danainae Satyrinae Morphinae Colimginae Charaxinae Nymphalinae Acraeinae Libytheinae	Ithomiinae Danainae Satyrinae Morphinae Charaxinae Nymphalinae Acraeinae Libytheinae Brassolinae Heliconinae Apaturinae Biblidinae Limenitidinae Melipotinae	Ithomiinae Danainae Satyrinae Morphinae Charaxinae Nymphalinae Acraeinae Libytheinae	Ithomiinae Danainae Satyrinae Charaxinae Nymphalinae Libytheinae Heliconinae Apaturinae Biblidinae Limenitidinae Melipotinae	Ithomiinae Danainae Satyrinae Charaxinae Nymphalinae Libytheinae	Ithomiinae Danainae Satyrinae Charaxinae Nymphalinae Libytheinae	Ithomiinae Danainae Satyrinae Morphinae Colimginae Charaxinae Nymphalinae Libytheinae	Danainae Satyrinae Morphinae Colimginae Charaxinae Nymphalinae Libytheinae	Ithomiinae Danainae Satyrinae Morphinae Colimginae Charaxinae Nymphalinae Libytheinae	Danainae Satyrinae Morphinae Colimginae Charaxinae Nymphalinae Libytheinae		

1). Aunque actualmente se reconocen 7 familias, la clave de Papilionoidea presentada en éste informe no incluye Hedylidae y Hesperidae.

5.2 ÁREA DE ESTUDIO

El área abarca 337,000 m^2 en la zona nororiental de la meseta de Bucaramanga a 7°8'24"N y 73°7'10"W. La temperatura promedio anual es 24°C, la pluviosidad ronda los 1400 mm con un régimen de lluvias bimodal (de marzo a mayo y de octubre a noviembre). Según la clasificación de Holdridge, el área se encuentra en una zona que presenta características de bosque seco tropical (bs-T), no obstante las zonas verdes son un conjunto de jardines representados por algunas familias de plantas hospederas de Nymphalidae [1], [47], Papilionidae [29] y Pieridae [30].

Capítulo 6

DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS

Para determinar los individuos de Papilionoidea en el campus principal UIS y facilitar a la comunidad universitaria el reconocimiento de las familias que transitan o habitan en el campus principal, se establecieron cuatro competencias:

1. Reconocer las familias y subfamilias de Papilionoidea.
2. Diseñar y efectuar un muestreo de Papilionoidea.
3. Analizar la información taxonómica.
4. Redactar un informe.

El desarrollo de cada competencia, se describe en las secciones sucesivas de este capítulo, primero se establecen las características descriptivas de cada familia y subfamilia de Papilionoidea, luego se presenta el diseño del muestreo realizado y finalmente se describe la construcción de la clave interactiva.

6.1.1 Reconocer las familias y subfamilias de Papilionoidea

El estudiante reconoce las familias y subfamilias de Papilionoidea a través de características taxonómicas.

En la determinación taxonómica de Papilionoidea se tuvo en cuenta la clasificación propuesta por Lamas [28], se tomaron los caracteres taxonómicos propuestos por Scott [43], Andrade [4] y Wahlberg [6], encontrados en diferentes herramientas

taxonómicas tales como claves, guías, descripciones y contrastando con las colecciones entomológicas de referencia local.

Los individuos adultos de Papilionoidea se distinguen de otros Lepidóptera porque tienen las antenas delgadas con una clava abrupta en el ápice, palpos labiales moderadamente largos, palpos maxilares obsoletos, articulación alar amplexiforme y venas radiales ramificadas [26], [43].

Papilionidae

Los individuos adultos de Papilionidae se caracterizan porque tienen tres pares de patas bien desarrolladas en ambos sexos, las protibias presentan una epífisis, la vena medial dos surge equidistante a las venas medial uno y tres en ambos pares de alas. Además, tienen dos venas anales en las alas anteriores y una vena anal en las alas posteriores (a excepción de *Baronia* sp.) [43], [4], [15].

Papilioninae difiere de otros Papilionidae por tener una vena cruzada cubital-anal en la base del ala anterior, son individuos de gran tamaño y la mayoría presenta una prolongación caudal en el ala posterior [21], [43] y [15].

Parnassiinae es distinto del resto de los Papilionidae porque sus uñas tarsales son asimétricas, la vena humeral es simple, no presentan prolongaciones caudales y tampoco la vena cruzada cubital anal en la base del ala anterior [21], [43].

Baroniinae es diferente del resto de Papilionidae porque en las alas anteriores se fusionan las venas subcostal y radial uno, la vena cruzada cubital anal está ausente, tiene dos venas anales en el ala posterior y el tegumen se fusiona con el uncus [21], [43]. Además, es una familia monotípica

Pieridae

Tienen tres pares de patas bien desarrolladas en ambos sexos, las garras tarsales bífidas, una vena anal en las alas anteriores, dos venas anales en las alas posteriores y las hembras presentan una glándula abdominal [43], [4], [15].

Pierinae difiere de otros Pieridae porque sus alas anteriores son triangulares mientras que las posteriores redondeadas. En las alas anteriores la vena medial dos surge al final de la celda discal, las venas cubitales adoptan una apariencia trífida y en las alas posteriores la vena humeral es usualmente larga [43], [4], [15].

Coliadinae se caracteriza porque tiene antenas cortas y densamente escamadas, estigma discal en las alas anteriores y vena humeral corta en las alas posteriores. Algunas especies presentan patrones visibles con luz ultravioleta mientras que otras tienen prolongaciones caudales en las alas posteriores [26], [43], [4].

Dismorphinae tiene alas más largas que anchas, las anteriores tienen cinco venas radiales pecioladas, la vena radial uno surge del ápice de la celda discal y en las alas posteriores las venas cubitales aparentan ser cuatrífidas [21], [43], [4].

Nymphalidae

Presenta tres crestas antenales, propatas no caminadoras y sin uñas en ambos sexos, mesopatas con detectores de azúcar, tibias densamente escamadas, una vena anal en las alas anteriores y dos en las alas posteriores [43], [4], [15].

Libytheinae se distingue por sus largos palpos labiales a manera de picos, garras tarsales bífidas, metanotum completamente debajo del mesoscutelum. También tiene alas cortas en relación con el tamaño corporal y en las alas anteriores la vena medial dos surge equidistante a las venas medial uno y medial tres [21], [43], [4].

Danainae tiene el primer segmento de los palpos labiales más corto que el segundo, antenas desnudas con clava poco pronunciada y las alas anchas. En la base de las alas anteriores la vena anal dos se bifurca y presenta múltiples punteaduras de color blanco en todo el cuerpo [43], [4], [15].

Ithomiinae tiene antenas desnudas y la vena anal dos bifurcada al igual que Danainae, pero la clava antenal es aplanada, los ojos prominentes y la cabeza

pequeña; las alas anteriores son elongadas, de colores translucidos y el cuerpo no presenta punteaduras blancas [43], [4], [15].

Nymphalinae presenta ojos pilosos; en las alas anteriores el ápice es pronunciado, la vena radial cuatro termina entre el ápice y el subápice, la medial dos surge equidistante a las medial uno y tres, la celda discal está abierta en ambos pares de alas y algunos individuos presentan prolongaciones caudales en las alas posteriores [43], [4], [15].

Heliconiinae Evidencia la cabeza igual de amplia que el tórax en vista dorsal, los ojos son prominentes y las antenas pueden llegar más allá de la celda discal, los tarsos están elongados y los machos tienen un solo tarso mientras las hembras cuatro. Las alas son elongadas y la vena radial uno surge de la celda discal [26], [43], [4].

Biblidinae tiene hendido el borde externo de las alas anteriores, el ápice es pronunciado y el borde anal de las alas posteriores es ligeramente cóncavo [4], [15].

Apaturinae posee escamas en las antenas, los machos a menudo tienen manchas iridiscentes en las alas, el cuerpo es robusto y el margen externo de las alas anteriores mide menos de treinta milímetros [4], [15].

Charaxinae tiene cuerpo robusto, las alas en vista ventral semejan generalmente una hoja seca. En las alas anteriores la vena medial dos surge más cerca a la vena medial uno que a la medial tres. Las alas posteriores tienen la celda discal abierta y algunos presentan prolongaciones caudales [43], [4], [15].

Satyrinae se caracteriza por tener las antenas escamadas y los palpos labiales adpresos. En la mayoría de los individuos las venas de las alas anteriores son abultadas en las base y tienen manchas oclares [43], [4], [15].

Calinaginae en las alas anteriores la vena anal tres esta libre, las hembras tienen garras protarsales y protarsos pequeños [21], [43], [15].

Brassolinae presenta las antenas escamadas. En vista ventral las alas posteriores tienen numerosas manchas ocelares, líneas intrincadas y ocelos grandes. La vena humeral está curvada hacia el área basal, la celda discal cerrada y vuelan al amanecer o al atardecer [26], [4], [15].

Morphinae se caracteriza por su amplia extensión alar, generalmente con coloración azul iridiscente. Alas posteriores con la vena humeral curvada hacia el área basal, celda discal abierta, numerosas manchas ocelares; una depresión en el margen anal para recibir el abdomen y tamaños mayores a treinta milímetros [26], [21], [43], [4].

Lycaenidae

Presenta ojos pilosos [43], el borde ocular toca la cuenca de las antenas [21], una o ambas garras protarsales están ausentes [26]. Las alas son pequeñas en relación al cuerpo [43], presentan manchas iridiscentes en vista dorsal. En las alas posteriores se engrosa la base del margen costal; carecen de vena humeral y algunas presentan delgadas prolongaciones caudales [4].

Lycaeninae tiene las garras bifurcadas [43], y en los machos la coxa no se extiende debajo de la articulación del trocánter.

Theclinae conserva los ojos bordeados por un anillo blanco, tres pares de patas bien desarrolladas y prolongaciones caudales delgadas en las alas posterior [4], [15].

Polyommatae exhibe un anillo blanco rodeando cada ojo compuesto, tres pares de patas, coloraciones pálidas e iridiscentes, la longitud del ala anterior (margen costal) es inferior a doce milímetros y mayor a ocho milímetros. Pueden presentar prolongaciones caudales y tienen manchas a modo de puntos en vista ventral de ambos pares de alas [4], [15].

Riodinidae

Los machos exhiben dos pares de patas útiles para caminar, mientras que las hembras tres pares (propatas bien desarrolladas) [26]; la coxa se extiende bajo el trocánter [4], además, las propatas carecen de cepillo tibial [43]. En las alas anteriores, la vena cubital uno surge del ápice de la celda discal junto con la vena medial tres. En las alas posterior, la base es engrosada [4], la vena humeral está presente [4] y se desarrolla una corta vena adicional a la vena humeral [43].

Riondininae presenta antenas anilladas, coloraciones metálicas y tres venas mediales visibles en las alas anteriores [4], [43].

Euselasinae no tiene las antenas anilladas ventralmente y tiene dos venas mediales visibles en las alas anteriores [4], [43].

Styginae tiene una esclerotización entre los plapos labiales, tarsos segmentados, garras en cada pata de los machos y el anepisternum prominente [4], [43].

6.1.2 Diseñar y efectuar un muestreo de Papilionoidea

El estudiante diseña y efectúa un muestreo dirigido a la recolecta de Papilionoidea. La recolecta de Papilionoidea al interior del campus principal UIS se efectuó entre los días 4 y 8 de mayo de 2012, usando dos métodos de captura: (1) captura directa y (2) captura indirecta [32]. Por otro lado, la contribución del muestreo a la diversidad filogenética de las familias de Papilinoidea [50] se calculó con las hipótesis propuestas por Wahlberg et al., [54]; en el cálculo de la representatividad de las subfamilias de Papilionidae se tuvo en cuenta la hipótesis propuesta por Collins y Morris [8], en Pieridae la hipótesis de Braby et al., [5], con Nymphalidae la propuesta de Freitas y Brown [23] tomando a Satyrinae según Brwon et al., [6], para Lycaenidae la hipótesis de Kim et al., [27] y en Riodinidae las relaciones filogenéticas planteadas por Wahlber et al., [53].

Captura Directa

La captura directa, se llevó a cabo patrullando toda el área de estudio durante el día, recolectando individuos adultos con red entomológica [32].

Captura Indirecta

La captura indirecta se llevó a cabo empleando trampas Van Someren-Rydon (VSR) y tres cebos atrayentes. Los cebos fueron fermentos de banano (*Musa paradisiaca*) [16], [18], [17], de proteína (branquias de *Prochilodus magdalenae*), y de una mezcla sal-melaza con orina. Se mantuvo una distancia mínima de 20 metros entre cada trampa y se siguió el protocolo de impregnación propuesto por De Vries y Walla [17].

Los puntos de muestreo se ubicaron de acuerdo con la infraestructura de la Universidad, distribuyendo las trampas VSR en los jardines donde es frecuente encontrar individuos de Papilionoidea; se seleccionaron cinco áreas de muestreo (A1, A2, A3, A4 y A5), teniendo en cuenta que cada subárea pudiese contener 3 trampas VSR, cada una con un cebo diferente para un total de 15 trampas. Las áreas seleccionadas para la captura indirecta fueron: (A1) el espacio que se encuentra entre la planta de aceros y el parqueadero número siete, (A2) el jardín entre los talleres de diseño industrial y la casona la perla, (A3) el área entre el auditorio Luis A. Calvo y el edificio de bienestar universitario (BIU), (A4) el espacio entre el BIU y la planta de compostaje y (A5) el terreno entre el auditorio Luis A. Calvo y el CENIVAM (Ver figura 1).

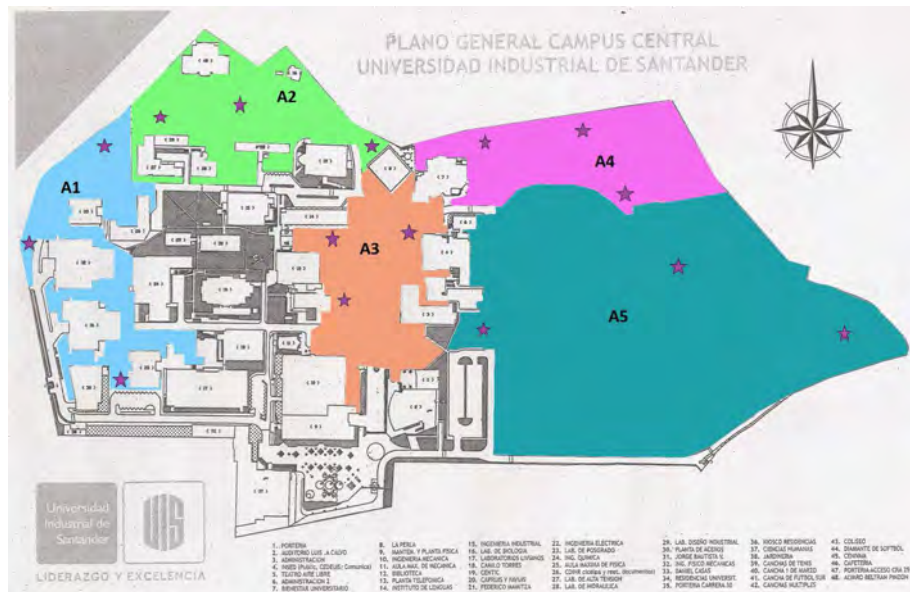


Figura 1: **Puntos de Muestreo.** Áreas de muestreo en el campus principal UIS (A1, A2, A3, A4 y A5). Las estrellas representan la ubicación de las trampas VSR.

6.1.3 Analizar la Información Taxonómica

El estudiante emplea la información taxonómica para producir una clave interactiva.

Caracteres tradicionalmente usados en la determinación de Papilionoidea

En la determinación de las familias y subfamilias de Papilionoidea se han empleado características morfológicas presentes en cada estado de desarrollo: huevo, larva, pupa e imago. Podemos incluir aquí: antenas, cabeza, ojos, aparato bucal, escleritos protorácicos, patas, alas, abdomen y genitalia [43], [4], [23], [53]. Las alas podrían ser la estructura del exoesqueleto adulto más empleada en la taxonomía del grupo, aunque algunos taxónomos han dado un mayor interés a otros tagmas o porciones del exoesqueleto adulto y a otros estados del desarrollo. Imms[26] enfatizó en los caracteres de larva para la determinación de las familias y subfamilias de Papilionoidea, mientras que las partes del exoesqueleto adulto más empleadas han sido, el tórax [43], las alas [4], [53], [46] y la genitalia [23].

Caracteres Alares

En este trabajo se identificaron 426 caracteres para agrupar familias y subfamilias de Papilionoidea, de los cuales 156 describen características de las alas.

Los caracteres alares que agrupan familias y subfamilias con frecuencia hacen referencia a la posición [43], forma, origen, desarrollo, unión y longitud de las venas alares [4], [23], [6]. También a la forma de las alas [26], [21], [4], color de las alas [21], [4], [46], longitud proporcional de las alas (radio entre el largo y el ancho)[23] y postura de las alas [23]. Además, sobre las alas se ha descrito la forma de las escamas y las manchas que forman [26], [21], [4].

En vista ventral y dorsal del ala [26], [4], [23] se puede evidenciar diferencias de coloración [26], [21], [4] y distribución de las escamas que permiten reconocer manchas [21] tales como, ocelos [26], [4], [46], bandas [26], [4], [21], puntos y líneas [26], [4]. También se distingue la forma de los márgenes [4], [53], [46] y la forma del ala [26], [4], [6].

Características empleadas



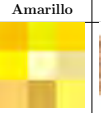
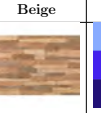
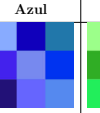
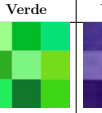

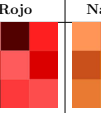


Se seleccionaron 82 características alares visibles sin el uso de herramientas que faciliten el aumento del tamaño de una imagen, excluyendo aquellos caracteres que requieren entrenamiento en taxonomía derivada del ala de insecta, reconocimiento de estructura, forma y desarrollo de la venación alar.

Con los caracteres seleccionados, se construyó una matriz de coloración y forma, incluyendo caracteres históricos, características observables en los individuos de la localidad (área de estudio) y características de algunos individuos presentes en la Colección Entomológica de la UIS.

Se reconocieron características alares en vista dorsal y ventral, y se dividió el ala en cinco regiones: (1) La región costal que es la región del ala por la que cruza la vena costal. (2) La región marginal ubicada donde termina el recorrido de las venas alares. (3) La región anal se encuentra en el área que cruza la vena anal. (4) La región medial representa la porción media del ala o la mitad del ala y (5) la región basal, localizada en la base del ala (punto de inserción con el tórax) (ver figura 2). Para distinguir las manchas se asumió que toda marca de color diferente al color

principal (color que más abunda en el ala), es una mancha. Se emplearon once colores (ver Cuadro 2), se diferencié entre el color principal y el secundario sobre el ala, y se señaló la posición, forma y número de las manchas.

Cuadro 2 : Colores empleados

Gris	Marron	Amarillo	Beige	Azul	Verde	Violeta	Rojo	Naranja	Rosa
									

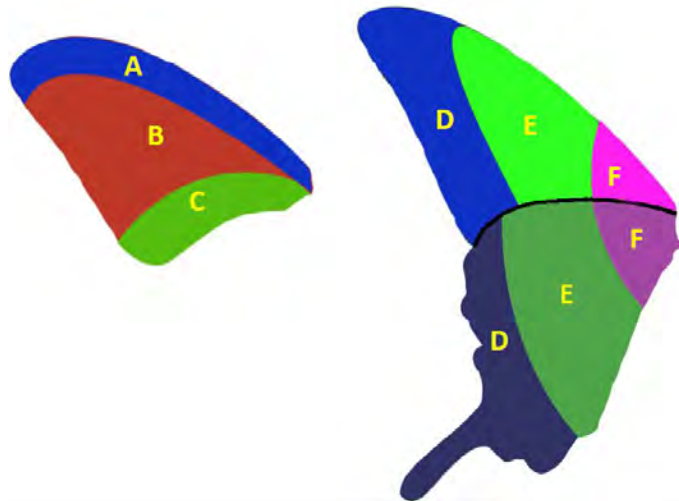



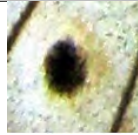
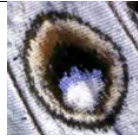


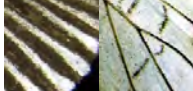

Figura 2: **Regiones Alares.** Regiones de los margenes en el ala anterior: **A.** Margen costal y **C.** Margen anal. Regiones alares coincidentes con los tres sistemas de simetría en ambos pares de alas: **D.** Borde externo, **E.** Medial **F.** Basal.

En el ala se reconocieron dos tipos de manchas, circulares y lineales (ver Cuadro 3). Las manchas circulares hacen referencia a toda marca sobre el ala cuya forma se asemeje a una distribución circular, sin importar el tamaño. Las manchas circulares pueden ser puntos, círculos, ocelos, pseudo-ocelos o manchas anulares (con forma de anillo). Las manchas lineales son todas las marcas que cruzan una porción longitudinal del ala, independiente de la porción del ala que atraviesen. Las

manchas lineales pueden ser líneas o bandas, con forma regular (recta y continua), irregular (sin bordes rectos o continuos) o compuesta (bandas de manchas).

Entre los rasgos generales del ala se reconocieron dos formas geométricas (triangular y oval), las formas del margen externo en ambas alas (ver figura 3) y la longitud de cada margen (costal, externo y posterior).

Cuadro 3: Tipos de mancha

Tipo de mancha	Forma	Figura
Circulo	Circular o redonda	
Punto	Punteadura o circulo pequeño	
Ocelo	Ojo	
Pseudo ocelo	Ojo irregular, carente de iris	
Mancha anular	Luna llena	
Línea	Raya o banda delgada	
Banda	Línea gruesa	

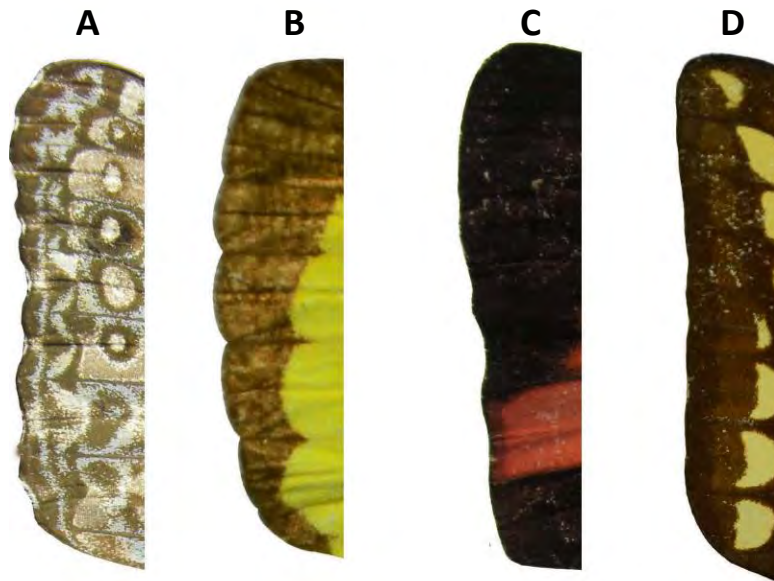


Figura 3: **Margenes Alares.** De izquierda a derecha, se pueden observar respectivamente tipos de margen externo: **A.** Ondulado, **B.** Crenado, **C.** Sinuado **D.** Recto.

Generación de la Clave Interactiva PAPILIONODEA-UIS

Los componentes principales del lenguaje de descripción taxonómica (DeLTa) [10], [12] son la lista de caracteres, la descripción de los taxa o items, los tipos de carácter, los valores implícitos y la dependencia de caracteres.

La lista de caracteres contiene las características incluidas en la clave que cumplen con dos particularidades, distinguibles a simple vista y fáciles de entender (sin entrenamiento entomológico). Los tipos de carácter, los valores implícitos y la dependencia de caracteres se especificaron en un mismo archivo, separado de la lista de caracteres y la descripción de los taxa [49].

La clave puede ser generada desde Confor [10], [12] o el editor DeLTa [10], [14]. Es necesario traducir los datos para que Intkey [10], [12], [13], [49] muestre las descripciones y una vez traducidos se debe generar el archivo de inicio intkey.ink. Luego de traducir los datos al formato Intkey y crear los archivos ichars e iitems, por último, se requiere del archivo que contiene los comandos que son ejecutados cuando el programa Intkey inicia (toint.ini) [10], [12], [13], [49].

Capítulo 7

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 RESULTADOS

Diseñar y efectuar un muestreo de Papilionoidea

Se recolectaron 20 géneros y 4 morfo-especies (mp), agrupadas en 5 familias, 13 subfamilias y 15 tribus (Ver Cuadro 4). Con el método de captura indirecta se recolectaron individuos de Nymphalidae y Riodinidae, mientras que con el método de captura directa, individuos de Nymphalidae, Riodinidae, Lycaenidae, Pieridae y Papilionidae.

Reconocer las familias y subfamilias de Papilionoidea

En Papilionoidea se reconocen cinco familias [28] y veinticinco subfamilias; tres subfamilias en Papilionidae [8], diez en Nymphalidae [23], [6], y cuatro en Pieridae [5], Lycaenidae [27] y Riodinidae [53]. En el campus principal UIS se reconocen todas las familias de Papilionoidea, lo que indica una “ contribución ” [50] del 100 % a la diversidad de familias [38]. Respecto a las subfamilias, la representación de Papilionidae en la muestra fue del 25 %, la de Lycaenidae y Pieridae del 50 %, en Nymphalidae fue del 55,3 % y en Riodinidae 69,2 %. La descripción generada para cada familia y subfamilia recolectada se presenta en la clave.

Cuadro 4: Morfotipos encontrados

Familia	Subfamilia	Tribu	Especies
Papilionidae	Papilioninae	Papiionini	<i>Heracles thoas</i>
		Troidini	<i>Battus polydamas</i>
Pieridae	Coliadinae		<i>Eurema venusta</i> <i>Pyrisitia</i> sp. <i>Phoebis</i> sp.
	Pierinae		<i>Melete</i> sp.
Nymphalidae	-	-	mp1.
	Nymphalinae	Victorini	<i>Anartia amathea</i> <i>Anartia jatrophae</i>
		Nymphalini	<i>Colobura dirce</i>
	Heliconiinae	Heliconiini	<i>Heliconius sara</i> ssp.
		Heliconiini	<i>Heliconius melpomene</i> ssp.
		Heliconiini	<i>Dione juno</i>
	Biblidinae	Argynnini	<i>Euptoieta hegesia</i>
		Ageroniini	<i>Hamadryas</i> sp.
	Charaxinae	Ageroniini	<i>Hamadryas</i> sp.
		Epiphelini	<i>Nica flavilla</i>
	Cyrestinae	Preponini	<i>Prepona</i> sp.
	Satyrinae	Cyrestini	<i>Marpesia</i> sp.
		-	-
Danainae	Satyrini	<i>Cissia</i> sp.	
	Brassolini	<i>Opsiphanes</i> sp.	
	Ithomiini	<i>Mechanitis</i> sp.	
Lycaenidae	-	-	mp3.
	Polyommatainae		<i>Leptotes</i> sp.
Riodinidae	-	-	mp4.
	Riodininae	Riodinini	<i>Melanis electon</i>
	Euselasiinae	Euselasiini	<i>Hades noctula</i>

Analizar la información taxonómica

Las 5 familias y 12 de las subfamilias recolectadas (ver Cuadro 4) se pueden determinar empleando la clave interactiva Papilionoidea-UIS, a través de 82 caracteres morfológicos de coloración y forma, presentes en las alas, distinguibles a simple vista y sin manipulación del individuo (ver sección 8.1.1).

7.1.1 Como usar la clave interactiva

PAPILIONOIDEA-UIS

Papilionoidea UIS es un programa para identificar un espécimen comparando con descripciones almacenadas (caracteres incluidos en la clave); el programa puede usarse para consultar los datos almacenados y tiene dos modos de operación: normal y avanzado [49].

Papilionoidea-UIS fue generado a través de DeLTa [10], [12]; difiere de la clave dicotómica en que no hay una ruta predeterminada que el usuario deba seguir para efectuar la identificación. Papilionoidea-UIS facilita la visión de todos los caracteres que han sido usados durante la determinación y los que mejor se ajustan a la información suministrada por el descriptor (el usuario). Abre bajo Windows 98, ME, NT 4.0, 32-bit XP, y 32-bit Vista. Cuando lo instale, Intkey requerirá alrededor de 2MB de espacio de disco y el sistema DeLTa completo cerca de 8MB. Si no tiene los requerimientos de instalación se recomienda usar una máquina virtual de Windows XP o emplear OpenDelta.

Para usar la clave interactiva Papilionoidea-UIS por primera vez es necesario seguir los siguientes pasos (ver manual):

1.1. Descargue el ejecutable Intkey.exe del siguiente enlace

<http://deltaintkey.com/www/programs.htm> [11]

1.2. Descargue el ejecutable de OpenDelta del siguiente enlace

<https://code.google.com/p/open-delta/>

2. Abra el ejecutable e instale el programa.

3. Descomprima el archivo PapilionoideaKey.Zip suministrado por la Colección Entomológica UIS.

4. Abra el archivo Papilionoidea-UIS.ink con el programa Intkey u OpenDelta, como aplique.

Si decide emplear OpenDelta es necesario instalar Java 6, descargar el ejecutable de OpenDelta y seguir las instrucciones de instalación.

La interfase gráfica de Papilionoidea-UIS muestra cuatro recuadros principales (en una sola ventana). En la porción superior izquierda se encontrará una lista de 82

características que podrían verse en el individuo que desea determinar. En el recuadro superior a la derecha podrá ver la lista de categorías taxonómicas a determinar. Al mismo tiempo, en la esquina inferior izquierda podrá encontrar las características que usted ha empleado durante la determinación y en la esquina inferior derecha las categorías taxonómicas descartadas por los estados de carácter que usted ha seleccionado mientras describe el individuo que desea conocer. Entre las herramientas que puede encontrar en la clave, se incluyen la obtención de la descripción observada, la de cada uno de los grupos presentes en la clave y las características que diferencian entre dos grupos de interés [49].

Para mayor información se recomienda revisar el siguiente enlace:

<http://deltaintkey.com/www/programs.htm> [11].

Características más útiles en Papilionoidea-UIS

Las familias de Papilionoidea se pueden reconocer fácilmente a través del color principal en vista dorsal del ala anterior (aquel que ocupa mayor superficie), la región en que se ubican las manchas circulares (vista ventral del ala anterior) y el color principal en vista dorsal del ala posterior. Por otro lado, los caracteres métricos más útiles son, la longitud del margen externo en las alas anteriores y la longitud del margen costal en ambos pares de alas.

Para determinar las subfamilias de Pieridae lo más práctico es usar inicialmente la forma del margen externo en el ala anterior, la longitud del margen costal en el ala anterior y el color secundario en vista dorsal del ala posterior (color que ocupa la segunda mayor superficie).

Los caracteres más útiles al iniciar la descripción de las subfamilias de Nymphalidae son, la longitud del margen externo en el ala anterior, el color de las bandas en vista dorsal del ala anterior y el color de las bandas en vista dorsal del ala posterior.

Diferenciar entre las subfamilias de Lycaenidae es rápido si se comienza describiendo en las alas anteriores la forma del margen externo, la longitud del margen costal y las manchas en vista dorsal de la región marginal.

Separar Riodininae de Euselasiinae rápidamente también requiere la descripción

inicial de las alas anteriores, primero el color secundario en vista dorsal, luego la longitud del margen costal y después la forma de las manchas en vista dorsal de la región marginal.

Discernir las tribus de Satyrinae es más eficiente ubicando las manchas en vista dorsal del ala anterior y el color principal en vista dorsal y ventral del ala posterior.

7.2 DISCUSIÓN

En Lepidóptera es posible encontrar tres tipos de melanismo, morfológicamente distintos [37]. El primero consiste en el oscurecimiento general del color de fondo del ala, el segundo conlleva al ensanchamiento de los elementos patrón que son oscuros y el tercero consiste en el oscurecimiento de los elementos patrón [37]. En la clave es posible reconocer indirectamente el efecto de los tres tipos de melanismo cuando se describen los dos colores que más abundan en el ala, el tipo de mancha y el color de las manchas, debido a que el color de fondo puede ser uno de los colores más abundantes y algunos de los elementos del patrón de coloración pueden originar algunas de las manchas que reconocemos en la clave, tales como bandas u ocelos.

Las alas se dividieron en 5 regiones, 3 de las cuales corresponden con los sistemas de simetría, además el patrón de coloración en cada región cumple diferentes funciones, se desarrolla y evoluciona independientemente [37]. De modo que se valida el uso del color y hace indispensable señalar la ubicación de las manchas para una determinación adecuada.

La distribución del color y la posición de las manchas en las alas de los imagos de Papilionoidea permiten que la clave interactiva Papilionoidea-UIS pueda ser usada por personas sin entrenamiento en entomología. Es decir, que desconociendo la taxonomía y morfología de Lepidóptera, es posible determinar las familias y subfamilias de Papilionoidea, empleando la clave interactiva Papilionoidea-UIS. Clave que usa la clasificación taxonómica propuesta por Lamas [28], de la cual 5 familias, 22 subfamilias y 3019 especies se pueden encontrar en Colombia [2]. En el Campus principal UIS se encuentran las cinco familias reportadas para

Colombia y solo trece subfamilias. Las cinco familias recolectadas contribuyen el 100 % de la diversidad de familias de Papilionoidea [28]; sin embargo, Papilionoidea sensu Wahlberg et al., [54] incluye Hesperidae y Hedilydae, por lo que la contribución del muestreo realizado en este trabajo a la diversidad de familias de Papilionoidea sería del 59.74 %.

Se reconocen tres subfamilias en Papilionidae [8], Papilioninae y Parnassiinae son las presentes en el Neotrópico [27]. Andrade reconoció a Papilioninae en Colombia [2] y la clave interactiva la reconoce en el campus principal UIS. En definitiva, la muestra al interior del campus principal UIS contribuye en un 25 % a la diversidad de subfamilias de Papilionidae, la misma representatividad mostrada por Andrade [2].

La clasificación taxonómica de Pieridae propuesta por Ehrlich [21] ha sido corroborada por Braby [5], Wahlberg et al., [53] y Lamas [28]; en Colombia se reportan tres subfamilias [2], dos se pueden encontrar en el campus principal UIS y representan una contribución del 50 % a la diversidad de subfamilias de Pieridae. Actualmente Lycaeninae contiene cuatro subfamilias [27], las dos que se reconocen en Colombia se encontraron en el campus principal UIS [2] y contribuyen con el 50 % a la diversidad de subfamilias. Por otro lado, de las cuatro subfamilias conocidas en Riodinidae [27] se reportan dos en Colombia, Rionininae y Euselasiinae recolectadas en el campus principal UIS, contribuyen en un 69.2 % a la diversidad filogenética de subfamilias en Riodinidae.

De las vaintidós subfamilias de Nymphalidae reconocidas en Colombia [2], siete se encuentran en el campus principal UIS y en la clave se reconocen seis subfamilias (Danainae, Heliconiinae, Nymphalinae, Satyrinae, Biblidinae, y Charaxinae) y dos tribus en Satyrinae (Brassolini y Satyrini). Lo que significa que se presenta a Satyrinae según la hipótesis postulada por Brown et al., [6] y que las subfamilias restantes de Nymphalidae representan los tres grandes grupos propuestos por Brown et al., [6] Nymphaloid, Satyroid y Danaoid. Es necesario aclarar que de las diez subfamilias Nymphalidae reconocidas actualmente [6], [23], las 7 representadas en la muestra contribuyen con el 55,27 % de la diversidad de subfamilias en el

campus principal UIS, mientras las tres subfamilias restantes representan el 44,73 %

En la Colección Entomológica UIS se encontró que en el campus principal UIS se recolectaron 22 individuos de Papilionoidea entre 1991 y 2009, agrupados en 3 familias, 8 subfamilias y 17 géneros. Cinco morfoespecies recolectadas desde 1991 no se encontraron en el último muestreo (2012), pero si las familias y subfamilias en que se agrupan, excepto Limenitidinae. No obstante el muestreo incremento en 18 especies el registro de los Papilionoidea recolectados en el campus principal UIS [48].

Al contrastar las especies recolectadas en el campus principal UIS con la base de datos de la Colección Entomológica de la CDMB [9], se evidenció un incremento en el número de especies, dos nuevos registros para Santander y nueve para Bucaramanga. Mientras que al comparar las especies recolectadas en el campus principal UIS con la Colección Entomológica UIS [48], no se encontraron nuevos registros para Santander, pero dieciocho de las especies recolectadas representaron un nuevo registro para Bucaramanga. En últimas el conteo de especies recolectadas, registradas y conservadas en colecciones biológicas de Santander llega a 192, a causa de unificar el registro de especies recolectadas en Bucaramanga. Teniendo en cuenta que *Melanis electra* y *Hades noctula*, recolectadas en el campus principal UIS (Ver cuadro 4), no se encuentran en la base de datos de la Colección entomológica de la CDMB [9] pero si en la Colección Entomológica UIS [48].

Se sabe que la subfamilia Charaxinae en general y que géneros como *Memphis*, *Catonephele* e incluso *Prepona* y *Colobura* están relacionados con sitios bien conservados [3], [51]. Sin embargo, la presencia de *Colobura dirce* y *Prepona* al interior del campus principal UIS no implica que el área de muestreo sea un sitio conservado; ya que se ubica dentro de la ciudad, área evidentemente intervenida y sus espacios abiertos representan la suma de diversos jardines, no un área boscosa. Además, la planta nutricia de *Prepona* no se encuentra en el Campus principal UIS. Lo mismo ocurre con la asociación de *Heliconius* a zonas cafeteras [51], que

no implica que por recolectar un individuo en el campus principal UIS el área esté en una zona cafetera. Como se indicó, el campus principal no es un bosque conservado pero si un área de tránsito para especies de importancia ecológica. Por consiguiente, un monitoreo en el campus principal UIS será muy útil para conocer los Papilionoidea del área urbana de Bucaramanga.

Por último, DeLTa permite el crecimiento de la base de datos de la clave interactiva Papilionoidea-UIS [11]. Es así como el tránsito de los Papilionoidea por el campus principal UIS, a condición de enriquecer la base de descripciones con cada nuevo individuo, permitirá reconocer los Papilionoidea del ecosistema urbano en Bucaramanga.

Capítulo 8

CONCLUSIÓN

Los patrones de pigmentación en las alas permiten a personas sin conocimiento de la morfología de Papilionoidea, determinar 5 familias y 12 subfamilias al interior del campus principal UIS; debido a la traducción de los patrones de pigmentación a DeLTa [10], [12], traducción que puede ampliarse y propender la divulgación de la diversidad biológica a un público no científico.

La muestra de Papilionoidea recolectada al interior del campus principal UIS, incremento el conocimiento de la diversidad biológica en el área urbana de Bucaramanga y representa cerca del 50% de la diversidad de subfamilias.

Así mismo, la presencia de géneros relacionados con sitios bien conservados [3], [51] nos permite evidenciar la necesidad de establecer la diversidad biológica en el área urbana de Bucaramanga con la intención implementar estrategias para la preservación de un medio ambiente urbano que permita la simpatria entre el hombre y Papilionoidea.

Bibliografía

- [1] ACKERY, Phillip. R. Hostplant and classification: a review of nymphalid butterflies. *En: Biological Journal of the Linnean Society*. Febrero 1988. Vol. 33, p. 95-203.
- [2] ANDRADE CORREA, Miguel. 2002. Distribución y Diversidad de las mariposas de Colombia. *Sociedad Española de Entomología*. En: Sociedad Española de Entomología. Colombia, Pribes, 2002. p. 155-207.
- [3] ANDRADE CORREA, Miguel. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de habitat y su biodiversidad en Colombia. En: *Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Colombia, Universidad Nacional de Colombia sede Bogota, 1998. Vol. 22 no. 84. 407-421 pp.
- [4] ANDRADE CORREA, Miguel y AMAT, German. *Insectos de Colombia Estudios Escogidos, Tomo I*. En: *Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales Colección Jorge Álvarez Lleras*. Colombia, Editorial Guadalupe, 1996. No. 10, 541 pp.
- [5] BRABY, Michael., VILA, Roger y PIERCE, Naomi. Molecular phylogeny and systematics of the Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea): higher classification and biogeography. En: *Zoological Journal of the Linnean Society*. Junio 2006. Vol. 147, p. 239-275.
- [6] BROWN, Keith Jr., FREITAS Victor., WAHLBERG, Niklas., VON SCHOULTZ, Barbara., ANJA O. Saura and ANSSI Saura. Chromosomal

- evolution in the South American Nymphalidae. En: Hereditas. Julio 2007. Vol. 144, p. 137-148.
- [7] CABALLERO ALDANA, Diana y ANDRADE, Miguel. Diversidad de la Familia Nymphalidae (Lepidoptera) en los remanentes de Bosque en los Cañones de los Rios Chicamocha, Suarez y Somoso (Santander, Colombia). Trabajo de grado para optar por el título de Pregrado en Biología. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2009. p 74.
- [8] COLLINS, Nicholas y MORRIS, Michael. Threatened Swallowtail Butterflies of the world. En: The IUCN Red Data Book. Gland Switzerland and Cambridge, UICN, 1985. Vol. 7, 401 pp.
- [9] CORPORACIÓN PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA (Colombia). Base de datos Lepidoptera CDMB. 2013. Jardín Botánico Eloy Valenzuela. [USB].
- [10] DALLWITZ, Mike. J. A general system for coding taxonomic descriptions. En: Taxon February 1980. Vol. 29, 1, p. 46-46.
- [11] DALLWITZ, Mike. J. Delta Programs and Documentation. CSIRO Entomology [online]. Western Australia (Australia): 23 enero 2011. [cited 21 april 2014]. Available from World Wide Web: <<http://delta-intkey.com/www/programs.htm>>
- [12] DALLWITZ, Mike. J., PAINE, Tori. A., and ZURCHER, Eric. J. Users guide to the DELTA System: a general system for processing taxonomic descriptions [online]. fourth edition. Western Australia (Australia): Agosto 1993. [cite 21 april 2014] Available from World Wide Web: <<http://delta-intkey.com>>.
- [13] DALLWITZ, Mike. J., PAINE, Tori. A., and ZURCHER, Eric. J. Users guide to Intkey: a program for interactive identification and information retrieval [on line]. Western Australia (Australia): julio 1995. [cited 21 april 2014] Available from World Wide Web: <<http://delta-intkey.com>>.

- [14] DALLWITZ, Mike. J., PAINE, Tori. A. and ZURCHER, Eric. J. Users guide to the DELTA Editor [online]. Western Australia (Australia): Octubre 1999. [cited 21 april 2014]. Available from World Wide Web: <<http://delta-intkey.com>>.
- [15] DE VRIES, Philip. Butterflies. En: Encyclopedia of Biodiversity. San Diego: Simon Levin, 2000. p. 559-574.
- [16] DE VRIES, Philip. Stratification of fruit-feeding nymphalid butterflies in a Costa Rican rainforest. En: Journal Research on the Lepidoptera. Noviembre 1988. Vol. 26 no. 1-4, p. 98-108.
- [17] DE VRIES, Philip y WALLA, Thomas. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. En: Biological Journal of the Linnean Society. Septiembre 2001. Vol. 74. p. 1-15.
- [18] DE VRIES, Philip y WALLA, Thomas. Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. En: Biological Journal of the Linnean Society. Noviembre 1999. Vol. 68 3. p. 333-353.
- [19] DONEGAN Thomas, HUERTAS Blanca, BRICEÑO Elkin, ARIAS John, CAMARGO, Iván y DONEGAN, Martin. Colombian EBA Project: Threatened Species of Serranía de los Yariguíes Expedition. Colombia: enero 2005 [cited 21 april 2014]. Available from World Wide Web: <<http://www.proaves.org/eba-5-serrania-yariguies/>>.
- [20] DONEGAN Thomas, HUERTAS Blanca, BRICEÑO Elkin, ARIAS John, CAMARGO, Iván y DONEGAN, Martin. Colombian EBA Project: Threatened Species of Serranía de los Yariguíes Expedition. Colombia: octubre 2005 [cited 21 april 2014]. Available from World Wide Web: <<http://www.proaves.org/eba-5-serrania-yariguies/>>.
- [21] EHRLICH, Paul Ralph. How to Know Butterflies. Dubuque, Iowa: WM. C. Brown Company Publishers, 1961. 269 p.

- [22] FOOTTIT, Robert y ADLER, Peter. Insect Biodiversity: Science and Society. Unite Kingdom, Robert Foottit y Peter Adler, 2009. 656p.
- [23] FREITAS, André and BROWN, Keith Jr. Phylogeny of the Nymphalidae (Lepidoptera). En: Systematic Biology. junio 2004. Vol. 53 3. p. 363-383.
- [24] GRIMALDI, David y ENGEL Michael. The evolution of insects. Cambridge, David Grimaldi y Michael Engel, 2005. 755p.
- [25] GROTTAN Vidar, LANDE Russell, ENGEN Steinar, SEATHER Bernt y DEVRIES Philip. Seasonal cycles of species diversity and similarity in a tropical butterfly community. En: Journal of Animal Ecology. mayo 2012. Vol. 81 3. p. 714-723.
- [26] IMMS, Augustus Daniel. A general textbook of entomology. ninth edition, Londres: Richards Owain y Davies Richards, 1975. 727 p.
- [27] KIM man, WANG Xinling, KIM Min, JEONG Heon, AHN Neung, KIM Ki-Gyoung, HAN Yeon y Kim Iksoo. Phylogenetic relationships of true butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) inferred from COI, 16S rRNA and EF-1 α sequences. En: Molecules and Cells. Noviembre 2010. Vol. 30 5. p. 409-425.
- [28] LAMAS, Gerardo. Systematics of butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea) in the world: current state and future perspectives. En: Contribuciones taxonómicas en ordens de insectos hiperdiversos. Mexico City, Jorge Llorente-Bousquets y Analía Lanteri, 2008. p. 57-70.
- [29] LE CROM jean, CONSTANTINO Luis, SALAZAR Julian. Butterflies of Colombia Volume 1: Papilionidae. Bogota, Carlec Ltda, 2002. 112 p.
- [30] LE CROM jean, CONSTANTINO Luis, SALAZAR Julian. Butterflies of Colombia Volume 2: Pieridae. Bogota, Carlec LTDA. 2004. 133 p.
- [31] MACLEOD, Norman. Automated Taxon identification in Systematics: Theory, Approaches and Aplications. Londres, Norman MacLeod, 2007. 339 p.

- [32] MARTÍN, J. Collecting, preparing and preserving insects, mites, and spiders. The Insects and Arachnids of Canada, Part 1. Ottawa, Marín J, 1977. 182 p.
- [33] MOORE, Peter. Biomes of the Earth. Agricultural and urban Areas. Hong Kong, Peter Moore, 2006. 220 p.
- [34] MORRIS Brian. Insects and human life. New York, Berg, 2004. 320 p.
- [35] NIEUKERKEN Erik, KAILA L, KITCHING J, KRISTENSEN P, LEES C, MINET J, MITTER C, MUTANEN M, REGIER C, SIMONSEN J, WAHLBERG N, YEN S-H, ZAHIRI R, ADAMSKI D, BAIXERAS J, BARTSCH D, BENGTSSON A, BROWN W, BUCHELI R, DAVIES R, DE PRINS J, DE PRINS W, EPSTEIN E, GENTILI-POOLE P, GIELIS C, HÄTTENSCHWILER P, HAUSMANN A, HOLLOWAY D, KALLIES A, KARSHOLT O, KAWAHARA A, KOSTER C, KOSLOV M, LAFONTAINE D, LAMAS G, LANDRY J-F, LEE S, NUSS M, PARK T, PENZ C, ROTA J, SCHMIDT C, SCHINTLMEISTER A, SOHN C, SOLIS A, TARMANN M, WARREN D, WELLER S, YAKOVLEV V, ZOLOTUHHIN V y ZWICK A. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. En: Zootaxa. Diciembre 2011. Vol. 23. p. 212-221.
- [36] NIJHOUT Frederik. Elements of butterfly wing patterns. En: Journal of Experimental Zoology. Septiembre 2001. Vol. 291. p. 213-225.
- [37] NIJHOUT Frederik. The Development and Evolution of Butterfly Wing Patterns. Washington, Frederik Nijhout, 1991. 297 p.
- [38] NOSS, Reed. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. En: Conservation Biology. abril 1990. Vol. 4. p. 335-364.
- [39] PEÑA Carlos, WAHLBERG Niklas, WEINGARTNER Elisabet, KODANDARAMAIAH Ullasa, NYLIN Sören, FREITAS André y BROWER Andrew. Higher level phylogeny of Satyrinae butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) based on DNA sequence data. En: Molecular Phylogenetics and Evolution. julio 2006. Vol. 40. p. 29-40.

- [40] PINNIGER, David y HARMON, James. Pest management, prevention and control. In Care and Conservation of Natural History Collections. Londres, David Carter y Annette Walker, 1999. p. 152-176.
- [41] RIBEIRO Danilo, BATISTA Rômulo, PRADO Paulo, BROWN Keith, FREITAS André. The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape. En: Biodiversity and Conservation. Enero 2012. Vol. 21. p. 811827.
- [42] ROBINSON, William. Urban Insects and Arachnids. A Handbook of Urban Entomology. New York, William Robinson, 2005. 472 p.
- [43] SCOTT James. The Phylogeny of Butterflies (Papilionoidea and Hesperoidea). En: Journal of Research on the Lepidoptera. mayo 1984. Vol 4. p. 241-281.
- [44] SNODGRASS, Robert Evans. Principles of Insects Morphology. New York, Robert Evans Snodgrass, 1935. 667 p.
- [45] TORRES ANGARITA Gustavo Adolfo y ANDRADE CORREA Miguel Gonzalo. Diversidad de las Mariposas (Lepidoptera: Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Hesperidae) del Enclave de Bosque Seco Comformado por los Cañones de los Rios Chicamocha, Suárez y Sogamoso, Santander, Colombia. Trabajo de grado para optar por el título de Pregrado en Biología. Bucaramanga. Universidad industrial de Santander. 2010. 66 p.
- [46] TRIPLEHORN, Charles y JHONSON, Norman. Borrór and Dlong's Introduction to the Study of Insects. septima edición. USA, Peter marshall 2005. 864 p.
- [47] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. (Colombia) H. Garcia y C. Garcia, 2012. Listado de las especies Botánicas en la universidad Industrial de Santander. 2012. Herbario UIS. [USBS].
- [48] UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. (Colombia). Listado de las especies de la Colección Entomológica de la universidad Industrial de Santander. 2014. Entomología UIS. [USBS].

- [49] User's guide to the DELTA system: a general system for processing taxonomic descriptions. [en línea]. 4.12th edition [Giralang, Australia]: 2000 [citado en Abril de 2014]. Dallwitz, M. J., Paine, T. A., and Zurcher, E. J. Versión de internet: <<http://biodiversity.uno.edu/delta/>>.
- [50] VANE-WRIGHT Richard, HUMPHRIES Chris y WILLIAMS Paul. What to protect? Systematic and the agony of choice. En: Biological Conservation. 1991. Vol. 55. P. 235-254.
- [51] VILLALOBOS, Alfonso. Caracterización de la entomofauna de la microcuena de la Quebrada La Honda área de jurisdicción de la CDMB. Bucaramanga, Subdirección de recursos Naturales, Coordinación Ecosistemas y Biodiversidad, 2002. 01612.V455.
- [52] VILLALOBOS, Alfonso. Caracterización de la Entomofauna de las Zonas Boscosas Orientales de Bucaramanga; Area de jurisdicción de la CDMB. Bucaramanga, Subdirección de recursos Naturales, Coordinación Ecosistemas y Biodiversidad, 2004. 03061.V455.
- [53] WAHLBERG Niklas, BRABY Michael, BROWER Andrew, DE JONG Reink, LEE Ming-Min, NYLIN Sören, PIERCE Naomi, SPERLIN Felix, VILA Roger, WARREN Andrew y ZAKHAROV Evgueni. Synergistic effects of combining morphological and molecular data in resolving the phylogeny of butterflies and skippers. En: Proceedings of the Royal Society of London Series B Biological Sciences. Agosto 2005. Vol. 272 1572. p. 1577-1586.
- [54] WAHLBERG Niklas, WHEAT Christopher y PEÑA Carlos. Timing and Patterns in the Taxonomic Diversification of Lepidoptera (Butterflies and Moths).En: PLoS ONE. Noviembre 2013. Vol. 8 11. p. 1-8. e80875.
- [55] WILLMOTT, Keith. Brush-Footed Butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). E: Encyclopedia of Entomology. segunda edición. Gainesville, Florida John Capinera 2008. p. 583-589.