

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *HELICONIUS ERATO HYDARA* HEWITSON, 1867 (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) EN LA RESERVA CAMPESINA LA MONTAÑA (RCM), DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO, COLOMBIA

María Angélica Vargas-Zapata¹, Stephania Prince-Chacón¹
& Neis José Martínez-Hernández²

¹ Semillero Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano, Grupo Biodiversidad del Caribe colombiano, Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico, Ciudadela universitaria, km 7 vía Puerto Colombia, Barranquilla, Colombia – mariavargaszapata@gmail.com – stephaniaprince@gmail.com

² Grupo Biodiversidad del Caribe colombiano, Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico, Ciudadela universitaria, km 7 vía Puerto Colombia, Barranquilla, Colombia – nejosemartinez@gmail.com

Resumen: Se evaluó la estructura poblacional *Heliconius erato hydara*, en un fragmento de bosque seco tropical (Bs-T) en el departamento del Atlántico, Colombia. Los muestreos fueron realizados cada 15 días desde enero hasta noviembre de 2010 para un total de 20. Las mariposas fueron capturadas con redes entomológicas en dos transectos. En este estudio 361 mariposas fueron registradas (298 marcadas; 63 recapturadas), de las cuales la mayor abundancia (62) coincidió con el incremento de las lluvias. Se encontró una correlación positiva significativa entre la abundancia y la precipitación ($r=0,76$; $p=0,000098$) y humedad ($r=0,69$; $p=0,000746$). La mayor actividad diaria se presentó a las 11 am (80 individuos) y los menores (9 individuos) a las 08:00hr. El estrato más utilizado por la mariposa para cópula, ovoposición y alimentación fue el arbustivo; con preferencia por la planta *Passiflora biflora* para la ovoposición y para alimentación *Cordia dentata*.

Palabras clave: *Cordia dentata*, Bosque Seco Tropical, Precipitación, arbustivo, ovoposición, Colombia.

Population structure of *Heliconius erato hydara* Hewitson, 1867 (Lepidoptera, Nymphalidae) in Reserva campesina la Montaña (RCM), department of Atlantic, Colombia

Abstract: Evaluated the structure population of *H. erato hydara*, in a fragment tropical dry forest (Bs-T) in the department of Atlantic, Colombia. The samples were made every 15 days, from January to November 2010 for a total of 20 samples. The butterflies were captured with entomological nets in two transects. In this study, 361 butterflies were registered (298 marked; 63 recaptured); The highest abundance (62) coincided with increased rainfall in the area. We found of a significant positive correlation between the abundance, precipitation ($r = 0.76$, $p = 0.000098$) and humidity ($r = 0.69$, $p = 0.000746$). The highest daily activity was presented at 11 am (80 individuals) and lowest (9 individuals) at 08:00 hr. The shrubby stratum was the most used by *H. erato hydara* for mating and oviposition, with a preference for *Passiflora biflora* for egg laying and larval development, while the plant *Cordia dentate* was used for food.

Key words: *Heliconius*, Petersen, Jolly, Tropical Dry Forest, Colombia.

Introducción

El género *Heliconius* Linnaeus es un grupo de mariposas de coloración aposemática bien representado en hábitats naturales Neotropicales (Brown, 1981). En la actualidad son el grupo de mariposas tropicales con mayor número de estudios en biología, sistemática, ecología, relación planta-huésped, coevolución, genética y evolución (Ehrlich & Gilbert, 1973; Brown & Yezpe, 1984; Quintero, 1988; Jiggins *et al.*, 2001; Gilbert 2003).

En este género de mariposas se encuentra *H. erato*, la cual incluye alrededor de 18 subespecies y se encuentran comúnmente volando en bosques secundarios y en zonas abiertas en Centroamérica y Suramérica y en altitudes que oscilan entre los 0 a 1600 m (Brown & Yezpe, 1984; Hay-Roe, 2008). En Colombia actualmente no se sabe cuántas subespecies existen, ni la distribución de las mismas. Sin embargo en la región Caribe colombiana encontramos a *H. erato hydara* Hewitson, 1867, la cual presenta un patrón de coloración negra con bandas rojas en la alas anteriores y tiene cuatro puntos rojos en la parte basal de ala posterior y presenta una distribución que abarca desde el este de Panamá hasta Guyana (Lanuzza & Vargas, 2011).

Esta mariposa es frecuentemente observada volando en fragmentos de bosque seco Tropical (Bs-T) donde la estacio-

nalidad está muy definida por la precipitación y las variables ambientales cambian bruscamente (Murphy & Lugo, 1986; Barraza *et al.*, 2010; Dirzo *et al.*, 2011), lo cual puede afectar y modificar la dinámica poblacional de estas mariposas. Estos tipos de bosques están siendo afectados por la expansión de las fronteras agrícolas-ganaderas y la extracción selectiva de madera, de modo que se están reduciendo el área de los fragmentos y se está alterando su composición vegetal (Dirzo *et al.*, 2011). De esta forma, los cambios fenológicos como las actividades antrópicas pueden alterar la dinámica y provoquen cambios en las poblaciones de *H. erato hydara* en los fragmentos de bosque seco.

En Colombia la mayoría de los estudios se han centrado en la realización de inventarios sobre la composición y distribución de las mariposas Hesperioidea y Papilionoidea (Salaazar, 1995; Andrade, 2002; Henao, 2006; Ríos, 2007; Orozco *et al.*, 2009; Prince *et al.*, 2011; Vargas *et al.*, 2011). Sin embargo, estudios poblacionales de algunas especies de mariposas, como los realizados sobre *H. erato* en el Neotrópico por Lawrence (1972), Smiley (1978a, b), Boggs *et al.* (1981), Romanowsky *et al.* (1985), De Oliveira & De Araújo (1992), Davison *et al.* (1999), Ramos & Freitas (1999), Rodríguez & Moreira (2002), Endringer *et al.* (2004), Dell'Erba *et al.*

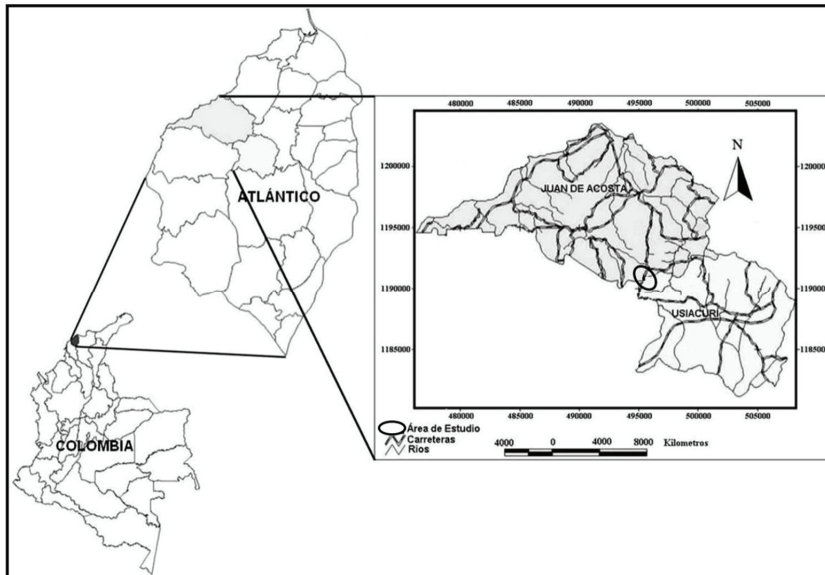


Fig. 1. Localización de la Reserva Campesina la Montaña (RCM) en el Departamento del Atlántico, Colombia. (Mapa tomado de IGAC, proyección UTM zona 18).

(2005), Albuquerque De Moura (2009), Salcedo (2011) y Albuquerque De Moura *et al.* (2011) no ha sido tema de investigación prioritario en el país; a pesar de ser una de las especies de *Heliconius* más ampliamente distribuidas en Colombia. La información sobre esta especie en nuestro país se encuentra muy dispersa e incompleta de modo que existen pocos trabajos publicados, destacándose el realizado por Vargas & Salazar (2007) sobre hibridación natural de dos subespecies de *Heliconius erato*. Con respecto al Bs-T en el Departamento del Atlántico, solo se dispone de trabajos de caracterización de los lepidópteros diurnos como los realizados por Montero *et al.* (2009) y Prince *et al.* (2011) y no se dispone de ningún tipo de información de estudios sobre estructura poblacional de lepidópteros que habitan en este tipo de ecosistema.

Con el fin de aportar a esta discusión, se evaluó la variación espacio-temporal de la estructura poblacional de *H. erato hydar* (Lepidoptera: Nymphalidae), en un fragmento de Bs-T en el departamento del Atlántico, Colombia. Esta investigación puede arrojar información sobre la dinámica ecológica que se presenta en este fragmento de bosque y puede servir para proponer estrategias con fines de conservación en el área de estudio.

Materiales y métodos

Área de estudio: La Reserva campesina la Montaña (RCM), se encuentra ubicada en el municipio de Juan de Acosta, Departamento del Atlántico, Colombia (Fig 1). Está localizada a $10^{\circ}46'02.6''N$ y $75^{\circ}02'34''W$, a una altitud entre 100 y 250m y está declarada en categoría de zona de reserva campesina (Decreto 1777 de 1996). Presenta una extensión de 47ha y se caracteriza por estar rodeada de cultivos permanentes de maíz, millo, yuca, ají, cercas vivas y zonas de pastoreo que son utilizados para la cría de ganado. La reserva constituye una formación higrotropofítica que según la clasificación de Holdridge (1978), corresponde a un bosque seco tropical (Bs-T). Este fragmento hace parte del distrito de los Montes de María y Piojó, localizado en la región Biogeográfica del Cinturón Árido Pericaribeño (Espinal & Montenegro, 1977; Hernández *et al.*, 1992).

En el área, los meses de mayor precipitación corresponden a agosto y septiembre con promedios que van desde 100

mm/mes hasta 580 mm/mes. Enero, febrero y marzo corresponden a los de menor precipitación con valores que oscilan entre 0,0 hasta 30,0 mm/mes. De acuerdo a los registros obtenidos, la temperatura media promedio es de $27,6^{\circ}C$ con pocas variaciones a lo largo del año y humedad relativa de 77,1 % e intensidad lumínica de $34,2 \times 10^6$ (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, IDEAM, 2006).

La vegetación característica en el interior del fragmento de bosque en la RCM es la típica del Bs-T, donde las familias de plantas mejor representadas son Apocynaceae, Bignonaceae, Capparidaceae, Fabaceae, Malvaceae, Rubiaceae. Entre las especies dominantes en el bosque se encuentran a *Spondias mombim* (Hobo), *Ampelocera marphersonii* (Huesito), *Hura crepitans* (ceiba blanca), *Cavanillesia platanifolia* (Macondo), *Aspidosperma polyneuron* (Carreto), *Calycophyllum candidissimum* (Guayabo macanillo) y *Spondias raldkofferi* (Hobo prieto) destacándose los tres estratos vegetativos: sotobosque, arbusto y dosel. El borde del fragmento es un área de transición entre bosque a potreros y cultivos, predominando el estrato arbustivo y sotobosque. La vegetación que se presenta en este hábitat conserva varias características de su estructura original; lo que hace que el cambio de un hábitat a otro se dé paulatinamente, generando un gradiente. Las especies dominantes son *Passiflora* sp, *Cordia dentata*, *Bursera simaruba* (indio encuero), *Capparis odoratissima* y *C. indica* (olivo), *Myrmecodendron costarricense* (cachito), arbustos y enredaderas típicas del Bs-T. También se encuentran especies como *Petiveria alliacea* (anamú), *Gliciridia sepium* (matarratón). La cerca viva construida en este sector está compuesta por especies como *Gliciridia sepium* (matarratón), *Sterculia apetala* (camajón) entre otras.

Método y diseño del muestreo: Los muestreos se llevaron a cabo desde enero hasta noviembre de 2010; realizándose faenas de campo cada 15 días para un total de (20) eventos de captura. En la RCM, se diseñaron dos transectos, uno en el interior del bosque (I. B) y otro en el Borde (Bor). Tanto en el interior como en el borde del fragmento, el transecto consistió en un área de 500 m de largo por 10m de ancho; donde se ubicaron 10 puntos, separados 50 m uno del otro. En cada uno, se estableció un radio de acción de 10 m para la captura de las mariposas con redes entomológicas. Además, se reali-

zaron observaciones sobre la fenología (follaje, flores, frutos) y cobertura vegetal y se tomaron los parámetros de humedad y temperatura ambiente por punto y hora con un termohigrómetro marca Jumbo Display. Los datos de precipitación fueron medidos con un Pluviómetro marca Hellmans.

En el primer muestreo se sacrificaron dos especímenes (un macho y una hembra), los cuales fueron depositados en el museo de la Universidad del Atlántico con la referencia UARC 369. Para cada muestreo se invirtieron dos días, donde dos personas realizaron la captura de los especímenes entre las 8:00 hasta las 17:00 horas, con un esfuerzo de nueve horas al día; para un total de 18 por cada faena de campo por personas. Se aplicó la técnica de Marcaje-Recaptura (MRR), que consistió en capturar y marcar los especímenes, liberarlos y recapturarlos en uno o más periodos (Prieto *et al.*, 2005). Esta técnica permite estimar el tamaño de la población (Krebs, 1999) y aporta conocimiento sobre la ecología y comportamiento de la especie en estudio. El marcaje se realizó retirando algunas escamas de la celda discal del ala anterior del lado izquierdo. Para esto, se utilizaron hisopos y marcadores indelebles (Sharpie) para colocar la simbología correspondiente de cada muestreo (Letra) y ejemplar (Número) para su posterior liberación, según lo propuesto por Ramos & Freitas (1999).

En cada captura de *H. erato hydara* se tuvo en cuenta la hora y el estrato de captura. Se anotó en que actividad se encontró la mariposa (vuelo, posada, en alimentación, copula y en ovoposición) y plantas usadas en la alimentación y en ovoposición (Freitas, 1996). Además se contaron las veces de recaptura, en caso de haberla capturado. El sexo de las mariposas capturadas se determinó a través de la revisión de genitalia, morfología y grosor del abdomen; debido a que esta parte del cuerpo es más pronunciado y ancho en la hembra y por las escamas androconiales que presenta el macho en el margen costal del ala posterior (Brown 1981). De igual manera, se realizaron observaciones en el borde y en el interior de bosque de plantas hospederas, como las del género *Passiflora*, para percatarse de la presencia de huevos, larvas y crisálidas.

Análisis de datos: Se determinó el número de individuos capturados y recapturados por punto, hora, transecto y muestreo. Con estos datos se realizó una matriz de Trellis, sin discriminar el sexo del animal. Esta misma matriz también se realizó teniendo en cuenta el sexo de las mariposas (Leslie & Chitty, 1951). La descripción del llenado de la matriz se encuentra descrita en Krebs (1999) y Lemos *et al.* (2005). El tamaño poblacional de *H. erato*, se calculó con los estimadores de Petersen y Jolly-Seber (J. S) descritos en Krebs (1999), Henderson (2003) y Lemos *et al.* (2005) y se calcularon con el programa *Ecological Methodology 5.2* (Krebs, 1999, 2000). Los supuestos para el uso de estos estimadores se describen en Krebs (1999) y Henderson (2003). Para determinar la variación de la abundancia entre muestreos o entre horas, las mariposas capturadas mas recapturadas (Cap+Rec) se agruparon por punto y hora. Con el fin de estimar diferencias en la abundancia de las *H. e. hydara* Cap+Rec entre el transecto del borde (Bor) y el interior de bosque (I. B), se utilizó la prueba no paramétrica de rangos con signos de Wilcoxon, debido a que los datos provienen de una misma población y se encuentran apareados. Estos análisis se realizaron con el programa PAST 1.63 (Hammer *et al.*, 2001). En ambos transectos se anotó el punto donde la mariposa fue capturada -liberada y posteriormente recapturada; con el fin de comprobar si existe

dispersión para machos-hembras y determinar si hay residencia o no en este grupo de mariposas. Con el fin de explicar si los parámetros ambientales medidos en cada evento de muestreo (humedad relativa, temperatura ambiente y precipitación) influyen en la dinámica del número de individuos capturados y liberados de *H. erato hydara*, se utilizó el índice de correlación de Spearman. Este mismo índice se utilizó para determinar si la humedad relativa y la temperatura son factores que influyen en la actividad por hora durante el día de esta mariposa. Los cálculos se realizaron con el programa Past 1.63.

Resultados

Durante el estudio fueron capturados y liberados 298 ejemplares (160 hembras y 138 machos). El mayor número de capturas (57) se presentó en el muestreo 13 realizado en julio (26 hembras y 31 machos); cuando los valores de precipitación fueron de 160.8mm, temperatura de 30,55°C y una humedad relativa con 78,66% (Tabla I); lo que coincide con el inicio del fenómeno de la Niña en el Caribe colombiano. Sin embargo, el mayor número de hembras (27) se capturó durante septiembre (muestreo 16). Los menores valores de capturas se presentaron durante los cuatro primeros muestreos (enero-febrero) y octavo muestreo (abril) con cero individuos (Tabla I).

Se recapturaron 63 individuos una o más veces (31 hembra y 32 machos) de los 298 marcados. El mayor valor de recaptura se presentó en el muestreo 18 (octubre) con 21 mariposas (12 hembras y 9 machos) y el menor (una hembra) en el muestreo 11 (junio) (Tabla I). El número de mariposas Cap+Rec recolectado por muestreos presentó una correlación positiva y significativa con la precipitación y la humedad. Este mismo comportamiento se obtuvo para machos y hembras (Tabla II). Sin embargo, la temperatura presentó una relación inversa y significativa solo para los machos Cap+Rec (Tabla II).

En cuanto a la abundancia por zonas de estudio 283 mariposas (152 hembras, 131 machos) se capturaron en el Borde (Bor) y 98 (49 hembras, 49 machos) en el interior de bosque (I.B) (Tabla III). En el Bor, el mayor número de capturas se presentó en septiembre (muestreo 18) con 54 individuos (32 hembras, 22 machos), cuando la precipitación presentó valores de 93,9 mm, temperatura de 30,3°C y humedad relativa con 73,1% (Tabla III). En el I. B, el mayor número de Cap+Rec fue en el muestreo 13 (julio) con 18 mariposas (8 hembras, 10 machos), cuando la precipitación presentó valores de 160,8 mm, temperatura de 30,4°C y humedad relativa con 77,8%. (Tabla III). Con respecto a la abundancia entre los dos transectos (I. B y Bor), se presentaron diferencias significativas en el número de mariposas Cap+Rec según la prueba de signos de Wilcoxon ($W=91$; $p=0,0145$).

Por otro lado, la mayor actividad de *H. erato hydara* se observó a las 11:00 h con 80 individuos (51 hembras, 29 machos), cuando la temperatura y humedad relativa presentaron valores de 31,16°C y 72,6% respectivamente. Sin embargo, los machos registraron una mayor actividad (32) a las 10:00h (Fig. 2). Se observó que la menor actividad (9 individuos) se registró a las 08:00h con tres hembras y seis machos; cuando la temperatura y humedad relativa presentaron valores de 28,56°C y 81,2% respectivamente (Fig. 2). El número de mariposas Cap+Rec por horas presentó una correlación positiva y significativa con respecto a la temperatura ($r=0,81$; $p=$

Tabla I. Mariposas capturadas más recapturadas (Cap+Rec) de *H. erato hydata* por muestreos y sexo. Simbología: Precipitación (Prec), temperatura (T), humedad relativa (H R). Abreviaturas: muestreos (M), mariposas observadas (Obs), capturadas (Cap), recapturadas (Rec), hembra (He), Macho (Ma), Interior de bosque (I. B), Borde (Bor). Letra indica la simbología de marcaje para cada muestreo. Valores de precipitación corresponden a suma diarias, mientras que T y HR son valores promedios diarios.

Muestreo	Cap	Cap. He	Cap. Ma	Rec	Rec. He	Rec. Ma	Cap+Rec	Prec (mm)	T (°C)	HR (%)
M1 Ene (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	30,43	67,20
M2 Feb (B)	0	0	0	0	0	0	0	0	29,70	69,92
M3 Feb (C)	0	0	0	0	0	0	0	0	33,25	55,22
M4 Mar (D)	0	0	0	0	0	0	0	53,8	28,40	73,56
M5 Mar (E)	2	1	1	0	0	0	2	36,2	33,42	56,47
M6 Abr (F)	1	1	0	0	0	0	1	51,9	33,02	68,70
M7 Abr (G)	1	0	1	0	0	0	1	57,7	32,16	76,46
M8 May (H)	0	0	0	0	0	0	0	7,7	35,91	56,22
M9 May (I)	1	1	0	0	0	0	1	46,2	31,41	70,21
M10 Jun (J)	2	1	1	0	0	0	2	129,6	30,95	73,55
M11 Jun (K)	20	7	13	1	1	0	21	188,1	29,30	74,59
M12 Jul (L)	15	9	6	2	0	2	17	180,0	29,30	83,80
M13 Jul (M)	57	26	31	5	3	2	62	160,8	30,55	78,66
M14 Ago (N)	16	6	10	7	2	5	23	96,5	30,16	76,31
M15 Ago (O)	16	11	5	2	0	2	18	126,9	28,99	81,60
M16 Sep (P)	47	27	20	10	4	6	57	118,1	30,08	74,98
M17 Sep (Q)	35	17	18	7	7	0	42	174,6	29,60	74,37
M18 Oct (R)	38	22	16	15	8	7	53	93,8	29,82	72,78
M19 Oct (S)	18	12	6	9	3	6	27	152,3	30,36	85,04
M20 Nov (T)	29	19	10	5	3	2	34	295,0	27,89	83,14
Total	298	160	138	63	41	42	361			

Tabla II. Correlación de Spearman (C. S) entre el número de mariposas capturadas-recapturadas (Cap+Rec) por muestreos y horas. Simbología: Ver Tabla I.

Parámetros	C.S	Muestreos			Horas		
		Cap+Rec	Cap+Rec. Ma	Cap+Rec. He	Cap+Rec	Cap+Rec. Ma	Cap+Rec. He
T (C°)	r	-0,4129	-0,4826	-0,4219	0,81	0,77	0,77
	p	0,07037	0,03111	0,06384	0,00762	0,0135	0,0135
H. R (%)	r	0,69	0,68079	0,70074	-0,0678	-0,05	-0,033
	p	0,000746	9,53E-04	0,000578	0,8623	0,9318	0,8979
Prec (mm)	r	0,76095	0,71782	0,72802			
	p	0,000098	0,000365	0,000273			

Tabla III. Mariposas capturadas más recapturadas de *H. erato hydata* por muestreos, sexo y zonas de estudio. Simbología: Ver Tabla I.

Muestreo	I. B					Bor				
	Cap+Rec	Cap+Rec.He	Cap+Rec.Ma	T (C°)	H.R (%)	Cap+Rec	Cap+Rec.He	Cap+Rec. Ma	T (C°)	H.R (%)
M1 Ene	0	0	0	30,41	68,10	0	0	0	30,5	66,3
M2 Feb	0	0	0	29,70	71,25	0	0	0	29,7	68,6
M3 Feb	0	0	0	33,20	55,74	0	0	0	33,3	54,7
M4 Mar	0	0	0	28,50	73,13	0	0	0	28,3	74,0
M5 Mar	2	1	1	33,54	57,24	0	0	0	33,7	55,7
M6 Abr	1	1	0	32,74	68,75	0	0	0	33,3	65,0
M7 Abr	1	0	1	32,23	76,82	0	0	0	32,1	76,1
M8 May	0	0	0	35,93	56,05	0	0	0	35,9	56,4
M9 May	1	1	0	31,02	72,43	0	0	0	31,8	68,0
M10 Jun	1	0	1	31,30	72,90	1	1	0	30,6	74,2
M11 Jun	10	5	5	29,19	77,18	11	3	8	29,3	72,0
M12 Jul	5	4	1	29,50	84,80	13	6	7	29,1	82,8
M13 Jul	14	7	7	30,41	77,83	39	19	20	30,7	79,5
M14 Ago	9	4	5	29,92	75,72	15	5	10	30,4	76,9
M15 Ago	9	6	3	27,29	86,60	11	6	5	30,7	76,6
M16 Sep	8	5	3	29,87	76,87	46	28	18	30,3	73,1
M17 Sep	5	3	2	29,31	74,85	39	22	17	29,9	73,9
M18 Oct	5	2	3	28,74	79,67	48	25	23	30,9	65,9
M19 Oct	5	1	4	29,92	87,89	29	12	7	30,8	82,2
M20 Nov	12	6	6	28,78	82,28	21	14	7	27,0	84,0
Total	88	49	49			273	152	131		

Fig. 2. Variación por horas del número de mariposas de *H. erato hydata* Cap+Rec totales y por sexo en la RCM. Temperatura (Temp) y Humedad relativa (HR).

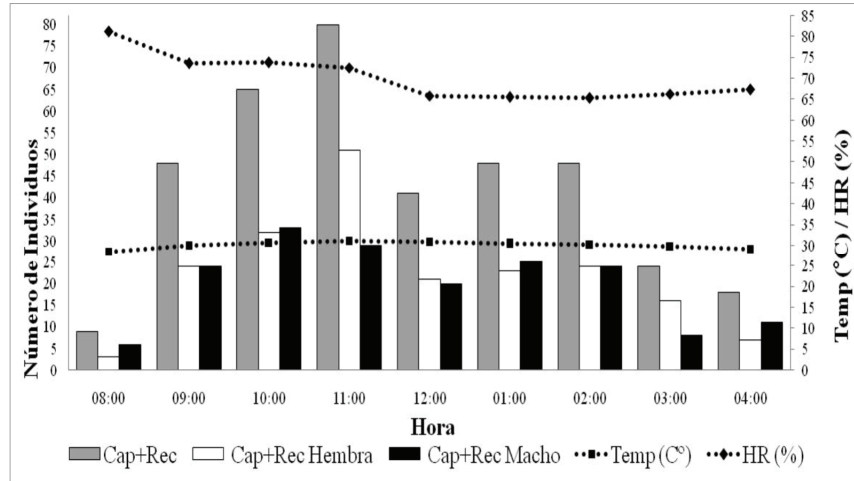


Tabla IV. Estimadores poblacionales de *H. erato hydata* en la RCM. Simbología: Observados (Obs), Desviación Estándar (D.E), Error estándar Peterse (EEN), sobrevivencia (Si), Error Estándar de Sobrevivencia (EES), Numero de animales que gana la población (Bi), Error Estándar del número de animales que gana la población (EEB).

Muestras	Petersen	D. E (Petersen)	Jolly-Seber (J.S)	D. E (J. S)	EEN	Si	EES	Bi	EEB
M1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M8	-	-	0	-	-	-	-	-	-
M9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M10	-	-	1	1	-	0,67	1,29	15	-
M11	300	261,3333333	9	13,44444444	-	0,36	0,25	103,9	91,2
M12	285	255,7894737	9	4	206,1	0,48	0,89	114,9	220,42
M13	182,4	86,2125	37,1	10,67412399	69,4	0,43	0,33	93,5	83,48
M14	32	8	30,7	7,038762215	10,2	0,82	1,6	6,5	10,86
M15	188	157,3617021	54	26,74074074	38,9	0,83	1,79	26,6	78,14
M16	117,5	42,3	77,8	12,1933162	43	0,71	2,51	33,6	120,66
M17	147,7777778	86,06725146	114	54,74561404	37,5	0,82	2,81	25,4	95,67
M18	32,57142857	0,904761905	90,7	30,62061742	-	0,85	14,63	5,9	105,51
M19	47,45454545	18,28213166	317	282,022082	35,4	0,98	-	1,8	-
M20	-	-	-	-	-	-	-	-	-

0,00762); observándose este mismo comportamiento para machos y hembras. Por otro lado, la cantidad de individuos Cap+Rec por hora, tiende a comportarse de manera inversa con respecto a la humedad relativa; sin embargo estos valores no fueron significativos (Tabla II).

El tamaño estimado de la población varió de 1 a 261 individuos entre los diferentes métodos utilizados a lo largo de los muestreos (Tabla IV). El método de Jolly-Seber (J. S) mostró un tamaño poblacional inferior en comparación al de Petersen. No se pudo apreciar una fluctuación poblacional regular en los dos métodos utilizados, aunque los resultados obtenidos por el método de J. S se aproximan en por lo menos cuatro de los 20 muestreos (Tabla IV).

Tiempos de residencia, Distancia de Dispersión y longevidad: Teniendo en cuenta las recapturas (63), solo 45 individuos (22 hembras y 23 machos) fueron recapturadas una sola vez, mientras que 16 (8 hembras y 8 machos) fueron recapturados dos veces y solo dos individuos (1 hembra y 1 macho) fueron recapturados tres veces. Con respecto a la dispersión de *H. erato hydata* dentro de cada transecto, se encontró una distancia de dispersión recorrida entre 0 a 200 m aproximadamente. En el caso del Bor, se encontró una dispersión

máxima de 150m (\bar{X} 47,368±45,564) para las hembras, mientras que el macho solo alcanzó 100 m (\bar{X} =46,667±39,940) aproximadamente. En el I.B, el macho alcanzo distancias de 150 m (\bar{X} =130±114,286), mientras que la hembra se desplazó hasta los 100 m (\bar{X} = 91,894±92,878) aproximadamente (Fig 3).

Entre los individuos Cap+Rec durante los muestreos, el macho marcado con M52 registro el mayor tiempo de longevidad en la RCM. Este individuo fue capturado y marcado por primera vez en el muestreo 13 (julio) y su última recaptura se realizó en el muestreo 20 (noviembre); lo que representa un tiempo de 105 días aproximadamente; sin tener en cuenta el tiempo antes de su captura y el tiempo después de su última recaptura (Tabla V). Teniendo en cuenta los datos de recaptura entre los periodos de muestreo indica que los individuos permanecen un promedio de 25,71 (±20,42) días (n= 63) en el área de estudio durante los 10 meses. En el caso de las hembras (n= 31) el promedio fue de 23,23 (±16,36) días y en los machos (n=32) de 28,13 (±23,72). El tiempo de residencia más alto se observo en julio, donde también se registró valores altos para el estimador de Petersen y muy bajos para J. S (Tabla IV). Los días de residencia de *H. erato hydata* observados varían de 15 a 105 días (Tabla V).

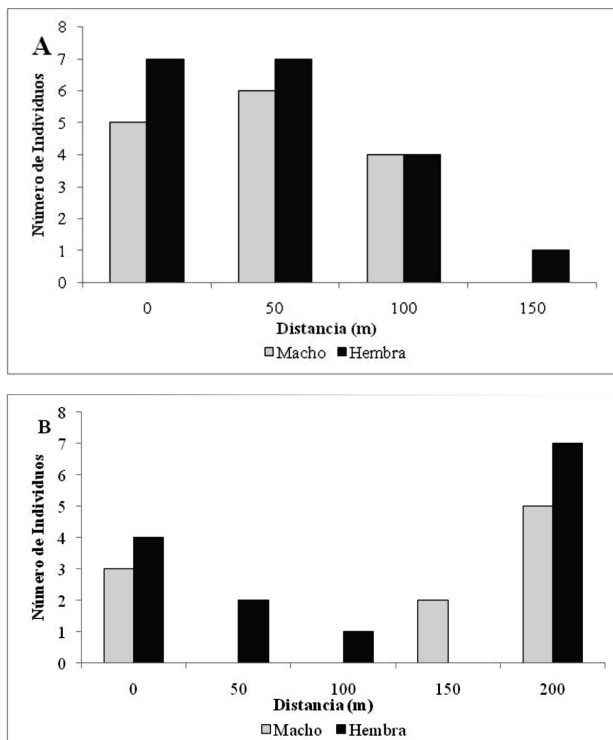


Fig. 3. Distancia recorrida por individuos de *H. erato hydara* que fueron recapturados en el borde (A) y en el interior de Bosque (B).

Actividades y Utilización de recursos: En el área de estudio se observó a *H. erato hydara* en las siguientes porcentajes en actividades: vuelo (62%), copula (11,3%), ovoposición (9,3%) y posadas (6,6%). En actividad de ovoposición encontraron huevos y larvas en distintos instares en *Pasiflora biflora* Lam (Pasifloraceae). En la actividad de alimentación, se observaron individuos visitando los siguientes grupos de plantas con un porcentaje de visitas a la Boraginaceae *Cordia dentata* P. con 49,0%, *Psychotria* sp. con 28,0%, *Chiococca alba* L. con 12 %, *Randia* sp. con 5% y en menor proporción se observaron visitas a *Maioua* sp. con 3%, *Coutarea* sp. con 2% y a *Aphelandra* sp. (1%) representante de la familia Acanthaceae.

Discusión

En la población de *H. erato hydara* se encontró una marcada variación según las condiciones del bosque. Estos resultados se deben a que la mayoría de los meses de muestreo se presentó el fenómeno de la Niña, ocasionando lluvias en el sector y cambios en la fenología de la vegetación en el fragmento de bosque.

En el periodo seco de muestreo (enero a febrero), se observó que la cobertura vegetal fue escasa tanto en el I.B como en el Bor y las variables ambientales cambiaban notoriamente; lo cual influye en la disminución de la actividad de muchas mariposas diurnas (Andrade, 1998). Por otro lado, al no haber suficiente disponibilidad del recurso vegetal (flores) la población se mantiene con bajo número de individuos. Además, durante el periodo seco se encontró a *H. erato hydara* en etapa de pupa y pocas en la etapa adulta, lo cual también puede estar explicando el bajo número de individuos adultos. Al iniciar las primeras lluvias (desde marzo hasta mayo), se

presentaron variaciones en la temperatura y humedad ambiente, así como en la producción de hojas, flores y frutos. Estos cambios inciden en un incremento en la emergencia de imagos, reflejándose en el aumento del número de mariposas y mayor actividad de cópula y ovoposición de *H. erato hydara*, aumentándose la probabilidad de capturar un mayor número de especímenes.

En el periodo de lluvias (junio a octubre) al existir una mayor cobertura vegetal, variables ambientales constantes y disminución en la incidencia de radiación solar, las poblaciones de *H. erato hydara* se mantuvieron con altos números de individuos a lo largo de estos muestreos a diferencia de las otras faenas de captura. Además, en lugares donde hay variación en los valores de precipitación entre un periodo (seco) y otro (lluvioso) como en el bosque seco tropical, las fluctuaciones de abundancia de este grupo de mariposas varían y los picos más altos se encuentran en los periodos más húmedos (Araujo, 1980; Brown, 1981; Saalfeld & Araujo, 1981; Romanowsky *et al.*, 1985). Además, se evidencia con este estudio que el ciclo de vida *H. erato hydara* en la RCM, esta sincronizado con la precipitación; debido a que esta permite que muchas plantas aumenten su follaje y flores, siendo un factor importante tanto para el desarrollo larval, como para el adulto (New, 1991).

Además de la variación de los recursos en el Bs-T del Caribe colombiano, los factores abióticos como la temperatura, humedad y precipitación no se distribuyen uniformemente a lo largo del año y tienen una gran importancia en la variación del tamaño poblacional de *H. erato hydara*. Estos factores, además de actuar indirectamente en la variación fenológica de las plantas (principalmente las hospederas) y el crecimiento de nuevas estructuras vegetativas, afectan el periodo de actividad de las mariposas y el comportamiento de este lepidóptero en la RCM. Al ser animales ectotérmicos y de pequeño tamaño, un aumento de temperatura podría ser letal para estos individuos, debido a que este factor puede aumentar la desecación, cambios en la conducta adaptativa y mayor gasto energético en esta mariposa (Rutowski *et al.*, 1994; Ramos, 2000; Van der Have, 2002). Durante las 08:00h se observó a estas mariposas en la parte alta de los árboles y arbustos, posadas con las alas abiertas y leves movimientos de sus alas, al parecer para la termorregulación. Sin embargo, después de las 09:00 hasta las 11:00h, se observó a *H. erato hydara* volando, copulando y patrullando sobre plantas específicas como *C. dentata* P. En estos lapsos de tiempo, la mariposa frecuentaba más los estratos bajos del bosque para realizar estas actividades, lo que facilitaba su captura. Durante el medio día (12:00h), la temperatura aumenta en el lugar; disminuyendo la actividad de muchas mariposas con el fin de reducir el gasto energético y evitar la desecación. Lo anterior coincide con lo propuesto por Abós (2009), quien concluye que la actividad de vuelo desciende cuando aumenta la elevación térmica. Después de 13:00 h se observó un notable aumento de individuos y alrededor de las 15:00 h una disminución de las mismas. Esto se debe a que las mariposas realizan la mayor parte del vuelo y demás actividades durante la mañana, disminuyendo su actividad después de las 16:00 h (Abós, 2009). Lo anterior se ve reforzado, debido a que en el interior del fragmento se observaron agrupamientos de estas mariposas, estableciendo dormitorios en enredaderas de *Passiflora* a partir de las 18:00 h. Estas agregaciones son

estables y generalmente lo hacen cerca de los márgenes de las quebradas en la zona; adaptación que les permite minimizar la depredación y con el fin de que todos los individuos inicien el día al mismo tiempo para la búsqueda de alimentos y pareja (Endringer *et al.*, 2004).

Las diferencias en el número de individuos Cap+Rec de *H. erato hydara* entre los transectos Bor y I.B se puede atribuir a que en los meses de muestreos en el Bor se observó *H. erato hydara* frecuentando a *C. dentata* en actividad de alimentación. Además, esta planta ofrece estrato arbóreo altos para la percha (Pérez, 2008), lo que puede estar incidiendo en la mayor frecuencia de estos especímenes en este transecto. Por otro lado, la mayor captura de hembras se puede atribuir a un sesgo en la captura de éstas y no a una proporción diferencial en los nacimientos. Se encontró que los diferentes patrones de comportamiento entre los sexos afectan la probabilidad de capturas y recapturas en la zona. Durante la ovoposición, se observaron a las hembras de *H. erato hydara* en búsqueda de plantas hospederas para la postura de huevos y alimentación, lo que aumenta su probabilidad de ser capturada y recapturada en el Bor.

Con respecto a diferencias entre los resultados observados y los esperados (Jolly y Petersen), se puede explicar debido a que la población de *H. erato hydara* se caracterizó por ser una población abierta y esto puede estar explicando el bajo número de capturas durante este estudio. Al existir variaciones en la fenología y cobertura de la vegetación y la presencia de arbustos, enredaderas, zonas de cultivos y pastizales pueden influir a que las mariposas exploren otras zonas, lo que conlleva a la pérdida de individuos marcados debido a la dispersión o aumento de la mortalidad.

En la RCM el tiempo de residencia y longevidad de *H. erato hydara* es alta. Esto puede estar relacionado al tipo y a la calidad de alimentación del estado larval y adulto, lo cual puede afectar los parámetros reproductivos, la fecundidad de los individuos y el desarrollo de la descendencia. Estos resultados concuerdan con los realizados por Davison *et al.* (1999) en Ecuador quienes argumentan que las restricciones en la alimentación pueden actuar como un factor limitante en el ciclo de vida de las especies del *Heliconius*. La presencia de flores de *C. dentata* y *Psychotria* sp. en el área de estudio es importante para este lepidóptero, ya que estas plantas suministran polen con alto contenido de agua, azúcar, sales y aminoácidos (Gilbert, 1975; Salcedo, 2011); debido a que estos nutrientes son vitales para mantener una alta longevidad, residencia, tasa de ovoposición constante a lo largo de la vida de los individuos y en la producción de huevos (Gilbert, 1975; Dunlap *et al.*, 1977). Lo anterior, también estaría explicando las altas cargas polínicas (polen) encontradas en la probóscide de esta mariposa en la RCM, lo que constituye una adaptación especial de estos lepidópteros para transportar este recurso (DeVries, 1997; Pérez, 2008); razón por la cual las mariposas del género *Heliconius* son consideradas como un grupo importante en el transporte de polen y esto juega un papel muy importante en la polinización de las plantas con las que interactúan en los fragmentos de Bs-T (Tobar & Rangel, 2001). El hecho de que estas mariposas utilicen con frecuencia este recurso (polen), también implica que esta especie tenga adaptaciones morfológicas, fisiológicas, comportamentales y la utilización de señales químicas para la búsqueda y ubicación de las plantas que le suministran el polen en el bosque (Salcedo, 2011).

Tabla V. Longevidad de adultos de *H. erato hydara* en la RCM, para individuos capturados más de una vez (n=18). Explicación: Cuadrícula negra (captura por primera vez). Cuadrícula gris (recapturas de la mariposa). Letras es la simbología de marcaje por muestreo. Para aquellos individuos que fueron recapturados una sola vez (n=45) el tiempo es de 15 días, por lo cual no se especifican en la tabla

Recaptura	Sexo	Muestreos																		
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
J1	H	■																		
K6	M		■																	
K17	H		■																	
L9	H			■																
L2	M			■																
M15	H				■															
M19	M					■														
M52	M						■													
O2	H							■												
P28	H								■											
P13	M									■										
L5	H			■																
L10	M			■																
P39	H										■									
N4	M											■								
N11	M												■							
N12	M													■						
R26	H																		■	

En este estudio se evidenció la utilización de *P. biflora* como planta hospedera de huevos y larvas de *H. erato hydara*. Esta estrecha relación se debe al reconocimiento morfológico de la planta por parte de las hembras de *Heliconius* para ovopositar, colocando sus huevos de manera individual en diferentes estructuras de la planta (envés de la hoja, tallo o zarcillos) como mecanismo para evitar la localización y consumo por los depredadores (Gilbert, 1975; Ehrlich & Gilbert, 1973; Benson *et al.*, 1976). Además, esta condición permite garantizarle a la larva emergente la cantidad de recurso alimenticio necesario durante esta fase y a la etapa adulta les proporciona mayor longevidad y tamaño corporal (Millan *et al.*, 2010).

Finalmente se encontró que la población de *H. erato hydara* presenta una distribución heterogénea, siendo mayor el número de individuos donde se encuentren los recursos para la alimentación, el tipo de vegetación y sitios de ovoposición como el Bor. Además, las variables ambientales como la precipitación juegan un papel muy importante para la disponibilidad de recursos y es un factor que puede limitar la abundancia y distribución de este grupo de mariposas en el área de estudio (Brown, 1981).

Agradecimiento

A los miembros de la comunidad de "La Montaña" por facilitar el ingreso a la reserva y brindarnos sus instalaciones durante las jornadas de campo. A Santiago Conrado (Chago) y a Rafael Conrado (Mono) por la ayuda incondicional prestada durante el tiempo de muestreo. A la Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico por su colaboración. A los revisores anónimos por el enriquecimiento y sugerencias realizadas al documento. A los miembros del semillero de investigación NEOPTERA por su colaboración en el campo especialmente a María José y a Juan David.

Bibliografía

- ABÓS, F.P. 2009. Una metodología para muestrear poblaciones de mariposas (Insecta: Lepidoptera), *Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterología. SHILAP Rev. Lep.*, **37**: 229-240.
- ALBUQUERQUE DE MOURA, P. 2009. *Estructura genética populacional de Heliconius erato e Heliconius melpomene (Lepidoptera: Nymphalidae) em fragmentos de Mata Atlântica do Rio Grande do Norte*. Tesis de Maestría en Ecología del Programa de Posgrado en Ecología, Centro de Biociencia, Universidad Federal De Rio Grande del Norte. Brasil.
- ALBUQUERQUE DE MOURA, P., S. PECK-QUEK, M. Z. CARDOSO & M. R. KRONFORST 2011. Comparative population genetics of mimetic *Heliconius* butterflies in an endangered habitat. Brazil's Atlantic Forest. *BMC Genetics*, **12**: 9. (URL: <http://www.biomedcentral.com/1471-2156/12/9>).
- ANDRADE, M.G. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su diversidad en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis. Nat.*, **22**: 407-421.
- ANDRADE, M.G. 2002. Biodiversidad de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) de Colombia. En: *Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática. Lepidoptera tercer milenio. España*, Vol. **2**: 153-172.
- ARAÚJO, A. M. 1980. Estudios Genéticos y Ecológicos en *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae). *Actas IV Congr. Latinoam. Genética*, **2**: 199-206.
- BARRAZA, M. J., J. MONTES, N. MARTÍNEZ & C. DELOYA 2010. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Bosque Tropical Seco, Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, **36**(2): 285-291.
- BENSON W., K.S. BROWN & L.E. GILBERT 1976. Coevolution of plant and herbivores: passion flower butterflies. *Evolution*, **29**: 659-680. (URL: <http://www.jstor.org/stable/2407076>).
- BOGGS, C. L., J. T. SMILEY & L. E. GILBERT 1981. Patterns of pollen exploitation by *Heliconius* butterflies. *Oecologia*, **48**: 284-289.
- BROWN, K.S. 1981. The biology of *Heliconius* and related genera. *Annu. Rev. Entomol.*, **26**: 427-456.
- BROWN, K.S & F. F. YEPEZ 1984. Los Heliconiini (Lepidoptera, Nymphalidae) de Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolana*, **3**(4): 29-73.
- DAVISON, A., W. O. MCMILLAN, A. S. GRIFFIN, CH. D. JIGGINS & J. L. B. MALLETT 1999. Behavioral and Physiological differences between two Parapatric *Heliconius* Species. *Biotropica*, **31**: 661- 668.
- DE OLIVEIRA, D. L. & A. M. DE ARAÚJO 1992. Studies on the genetics and ecology of *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae). IV. Effective size and variability of the red raylets in natural populations. *Rev. Bras. Gene*, **15**: 789-799.
- DELL'ERBA R., L. A. KAMINSKI & G. R. P. MOREIRA 2005. O estágio de ovo dos Heliconiini (Lepidoptera, Nymphalidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, **95**: 29-46.
- DIRZO, R., H. S. YOUNG, H. A. MOONEY & G. CEBALLOS 2011. *Seasonally Dry Tropical Forests. Ecology and conservation*. Island Press, Washington.
- DEVRIES, P.J. 1997. *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History Riodinidae*. Princeton University Press. Nueva Jersey, Estados Unidos. Vol II.
- DUNLAP, P.H., C. L. BOGGS & L. E. GILBERT 1977. Ovarian dynamics in heliconiine butterflies: programmed senescence versus eternal youth. *Science*, **197**: 487-490.
- EHRlich, P.R. & S.E. GILBERT 1973. Population Structure and Dynamics of the Tropical Butterfly *Heliconius ethilla*. *Biotropica*, **5**: 69-82.
- ENDRINGER, F.B., P.R. SILVA & L.V. LUTZ 2004. Hipóteses evolutivas sobre a origem e manutenção dos dormitórios comunais de *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae) *Natureza on line*, **2**: 1-9.
- ESPINAL, L.S. & E. MONTENEGRO 1977. *Formaciones vegetales de Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá. Colombia.
- FREITAS, V.L. 1996. Population biology of *Heterosais edessa* (Nymphalidae) and its associated Atlantic Forest Ithomiinae community. *J. Lepid. Soc.*, **50**: 273-289.
- GILBERT, L.E. 1975. Pollen feeding and reproductive biology of *Heliconius* butterflies *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **69**:1403-1407.
- GILBERT, L.E. 2003. Adaptive novelty through introgression in *Heliconius* wing patterns: evidence for shared genetic 'toolbox' from synthetic hybrid zones and a theory of diversification. En: *Ecology and Evolution Taking Flight: Butterflies as Model Systems*. University of Chicago Press, Chicago. Estados Unidos. 281-318.
- HAMMER, Ø., D.A. HASPER & P.D. RYAN 2001. PAST Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Palaeont. Elect.* URL: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- HAY-ROE, M. M. 2008. *Races of Heliconius erato (Nymphalidae: Heliconiinae) found on different sides of the Andes show wing size differences*. McGuire Center for the Lepidoptera and Biodiversity. *Florida Entomologist*, **91**(4): 711-712.
- HENAO, E.R. 2006. Aproximación a La Distribución de Mariposas del Departamento de Antioquia (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae: Lepidoptera) con Base en zonas de vida. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.*, **10**: 279-312.
- HENDERSON, P. A. 2003. *Practical Methods in Ecology*. Blackwell Publishing company. KU.
- HERNÁNDEZ, C., G. HURTADO, Q. ORTIZ & C. WALSCBULGER 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. En: *Diversidad biológica de Iberoamérica*, G. Halffter (Compilador). México. 105-151.
- HOLDRIDGE, L. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica.
- JIGGINS, C.D., R.E. NAISBIT, R.L COE & J. MALLETT 2001. Reproductive isolation caused by colour patternmimicry. *Nature*, **411**: 302-305.
- KREBS, C. J. 1999. *Ecological methodology*, 2nd edition. Addison-Welsey, Menlo Park.
- KREBS, C. J. 2000. *Programs for ecological methodology*. Ver. 5.2. (Multi-Media CD-Rom).
- LAWRENCE, E. G. 1972. Alimentación con Polen y Biología Reproductiva de Mariposas *Heliconius*. Reimpreso de *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **69**: 1403-1407.
- LANUZA, L & U. VARGAS 2011. Nuevo Registro De *Heliconius erato hydara* (Hewitson, 1867) (Lepidoptera: Nymphalidae) en Panamá. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, **12**(1):13-16.
- LEMONS, J.A, R.I. ROJAS & J.J. ZÚÑIGA 2005. *Técnicas para el estudio de poblaciones de fauna silvestre*. Jiménez editores. Universidad Nacional autónoma de México. México.
- LESLIE P.H. & D. CHITTY 1951. The estimation of populations parameters from data obtained by means of the capture-recapture method I. The maximum likelihood equations for estimating the death-rate. *Biometrika*, **38**: 269-292.
- MILLAN C. P. CHACÓN & G. CORREDOR 2010. Desarrollo, longevidad y oviposición de *Heliconius charithonia* (Lepidoptera: Nymphalidae) en dos especies de Passiflora. *Revista Colombiana de Entomología*, **36**(1): 158-164.
- MONTERO, F.A., M.I. MORENO & L.C GUTIÉRREZ 2009. Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) asociadas a fragmentos de bosque seco Tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.*, **13**: 157-173.
- MURPHY, P. G. & A. E. LUGO 1986. Ecology of Tropical Dry Forest. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **17**: 67-88.
- NEW, T.R. 1991. *Butterfly conservation*. Oxford University Press. Oxford. Estados Unidos.

- OROZCO, S., S. MURIEL & J. PALACIOS 2009. Diversidad de Lepidópteros diurnos en un área de Bosque Seco Tropical del occidente antioqueño. *Actual. Biol.*, **31**: 31-41.
- PÉREZ, O. 2008. *Evaluación de la biodiversidad de mariposas diurnas presentes en sistemas agroforestales modernos con café en el Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca*. Tesis de posgrado. CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. Costa Rica.
- PRIETO, C., C. TAKEGAMI & M. J. RIVERA 2005. Estructura poblacional de *Morpho sulkowskyi* Kollar, 1850 (Lepidoptera: Nymphalidae) en un sector de la cordillera occidental, departamento del Cauca (Colombia). *Entomotopica*, **20**: 15-22.
- PRINCE, C. S., M. VARGAS, J. SALAZAR, & N. MARTÍNEZ 2011. Mariposas Papilionoidea y Hesperioidea (Insecta: Lepidoptera) en dos Fragmentos de Bosque Seco Tropical en Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia. *S.E.A.*, **48**: 243-252.
- QUINTERO, H.E. 1988. Population dynamics of the butterfly *Heliconius charitonius* L. in Puerto Rico. *Caribb J. Sci.*, **24**: 155-160.
- RAMOS, F.A. 2000. Nymphalid butterfly communities in an Amazonian forest fragment. *J. Resear. Lepid.*, **35**: 29-41.
- RAMOS, R.R. & A.V.L. FREITAS 1999. Population biology, wing color variation and ecological plasticity in *Heliconius erato phyllis* (Nymphalidae). *J. Lepid. Soc.*, **53**: 11-21.
- RÍOS, C. 2007. Riqueza de especies de mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de La Quebrada "El Águila" Cordillera Central (Manizales, Colombia). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.*, **11**: 272-291.
- RODRÍGUEZ, D. & G. R. P. MOREIRA 2002. Geographical variation in larval host-plant use by *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) and consequences for adult life history. *Braz. J. Biol.*, **62**: 321-332.
- ROMANOWSKY, H.P., R. GUS & A.M. ARAUJO 1985. Studies of the genetics and ecology of *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae). III. Population size, preadult mortality, adult resources, and polymorphism in natural populations. *Rev. Brasil. Biol.*, **45**: 563-569.
- RUTOWSKI, R.L., M.J. DEMLONG & T. LEFFINGWELL 1994. Behavioural thermoregulations at mate encounter sites by male butterflies (Asterocampa, Nymphalidae). *Anim. Behav.*, **48**: 833-841.
- SAALFELD, K. & A.M. ARAUJO 1981. Studies on the genetics and ecology of *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae). I: Demography of a natural population. *Rev. Brasil. Biol.*, **41**: 855-860.
- SALAZAR, J.A. 1995. Lista preliminar de las mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) que habitan en el departamento del Putumayo. Notas sobre la distribución en la zona andina. *Rev. Col. Amaz.*, **8**: 11-69.
- SALCEDO, C. 2011. Pollen preference for *Psychotria* sp. is not learned in the passion flower butterfly, *Heliconius erato*. *J. Ins. Scien.*, **11**: 25 (URL: <http://insectscience.org/11.25/>).
- SMILEY, J. T. 1978a. The host plant ecology of *Heliconius* Butterflies in Northeastern Costa Rica. Ph. D Tesis, Univ. of Texas Austin, Estados Unidos.
- SMILEY, J. T. 1978b. Plant chemistry and the evolution of host specificity: New evidence from *Heliconius* and *Passiflora*. *Science*, **201**: 745-747.
- TOBAR, L. D. & J.O. RANGEL 2001. Las cargas polínicas en las mariposas (Lepidoptera: Ropalocera) de la parte alta de la cuenca Río Roble-Quindío. Colombia. *Caldasia*, **23**: 559-557.
- VAN DER HAVE, T.M. 2002. A proximate model for thermal tolerance in ectotherms. *Oikos*, **98**: 141-155.
- VARGAS, J. & J.SALAZAR 2007. Mariposas colombianas IX Hibridación natural de *heliconius erato dignus* (stichel) x *heliconius erato lativitta* (butler) en el piedemonte suroriental de Colombia (LEP: Nymphalidae: Heliconiinae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.*, **11**: 293-299.
- VARGAS Z., M. A, N. MARTÍNEZ, GUTIÉRREZ, L. C. PRINCE, S. HERRERA V & L. F. TORRES 2011. Riqueza y Abundancia de Hesperioidea y Papilionoidea (Lepidoptera) en la Reserva Natural Jardín de las Delicias (RNJD) Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Acta biol. Colomb.*, **16**: 43-60.