



MIGRACIÓN INVERNAL DE MARIPOSAS EN LA PLAYA EL AGALLITO, CHITRÉ, PROVINCIA DE HERRERA, PANAMÁ.

FRANCISCO DELGADO BOTELLO¹ y HÉCTOR BARRIOS²

¹Universidad de Panamá, Centro Regional de Santiago de Veraguas.
E-mail: francisco.delgado2410@gmail.com

²Universidad de Panamá, Programa Centroamericano
de Maestría en Entomología.

Autor para correspondencia: hector.barriosv@up.ac.pa

RESUMEN

Este estudio sobre la migración de mariposas en la playa El Agallito de Chitré aporta la primera evidencia de campo de dicho fenómeno en la costa pacífica de Panamá correspondiente a cuatro familias y 14 especies: una mariposa nocturna (*Uraniidae*) y representantes de tres familias de mariposas diurnas (*Hesperiidae*, *Pieridae* y *Nymphalidae*). Dicho estudio también aporta una metodología precisa e innovadora para el estudio de dicho fenómeno a largo plazo. El estudio presenta información inédita de interacciones entre los factores climáticos, oceanográficos y el proceso migratorio de mariposas neotropicales. El análisis de repartición de la varianza indica que 29.3% de la varianza se puede explicar con las variables de respuestas estudiadas.

PALABRAS CLAVES

Migración, Lepidoptera, Uraniidae, Hesperiidae, Pieridae, Nymphalidae, fases de luna, mareas, factores bióticos.



INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la migración ha sido objeto de investigaciones en diversas épocas, siempre reconociendo que existen migraciones locales como aquellas realizadas por hormigas, abejas, orugas y otros insectos de la selva, y las de larga distancia como lo es la espectacular migración de mariposas danainas en Norteamérica y México (Urquhart, 1960; Tilden, 1962). La migración requiere, por un lado, determinadas condiciones fisiológicas de los individuos que componen la población, siendo la más relevante las unidades calóricas obtenidas por la radiación solar, y por otro lado, deben existir ciertas condiciones climáticas locales y globales que motiven finalmente el movimiento migratorio (William, 1930). El mismo autor, William (1957 y 1965), plantea que las mariposas emplean el ángulo de inclinación del sol para la migración como había sido comprobado para abejas, aunque dicho autor discrepa en el efecto del geomagnetismo en el proceso migratorio; sin embargo, estudios recientes confirman el impacto del geomagnetismo en la migración de mariposas de la familia Pieridae (Brown, 1974; Srygley, 2005). Sobre la metodología de investigación de mariposas, Shields (1974) brinda lineamientos puntuales a considerar en el estudio de dicho fenómeno estacional.

En la literatura encontramos información esporádica sobre la migración de mariposas en la región Neotropical; tenemos, por ejemplo, William (1930) quien reporta el fenómeno para Sudamérica y Welling (1959) lo registra en Yucatán. Un buen ejemplo de este tipo de registros casuales lo podemos apreciar en el trabajo de Negrett (1990) para la región de los departamentos de Cauca y Nariño en Colombia el cual confirma que, entre noviembre y la segunda semana de diciembre de 1987, se registraron movimientos migratorios definidos hacia el norte de las especies *Phoebis sennae*, *P. argante*, *Ascia monuste* y *Eurema proterpia*. El autor manifiesta que “la actividad de vuelo se inició entre las 9 y 10 de la mañana aumentando paulatinamente la intensidad hasta alcanzar el mayor número de individuos entre las 12:00 y 15:00 de la tarde”. El mismo autor cita también que en las poblaciones de Mulato y Puerto Guapi, en el litoral Pacífico colombiano, se observó en mayo de 1986 la migración hacia altamar de la polilla *Urania fulgens*.

En 1928, (Moore) se refiere al movimiento migratorio de individuos del género *Calpodus* de la familia *Hesperiidae* en Panamá. Posteriormente a esta información, algunos autores han brindado información adicional sobre la migración de mariposas en el territorio panameño (Welling, 1964; Smith, 1972; Srygley,



1998; Delgado, 2006). A la fecha no existe documento alguno que describa un claro patrón de actividad migratoria para varias familias en forma integrada, pues, por lo general, se trata de observaciones directas por apenas unos días o semanas.

En 1998, durante un estudio de migración de aves, Francisco Delgado – uno de los autores de este artículo, anotó que en la estación seca y con fuertes vientos alisios, varias especies de libélulas (Odonata) y mariposas (Lepidoptera) recorrían la costa del Noreste de la Península de Azuero con una dirección definida quedando algunas de ellas atrapadas en redes de neblina empleadas en el proceso de captura de aves. Este hecho evidenció que en dicha región también existe una migración de mariposas neotropicales como ya ha sido reportado (Welling, 1964; Smith, 1972) y confirmado por (Srygley, 1998; Delgado, 2006).

Con este estudio de la migración de mariposas en la playa El Agallito de Chitré se pretende demostrar primeramente la existencia de este fenómeno en Panamá. De igual forma, se desea comprobar cuál de los factores climáticos, oceanográficos y/o astronómicos influencia en la migración de Lepidoptera. Como objetivos específicos esta investigación pretende: 1) identificar las especies de lepidópteros que participan en la migración; 2) determinar qué factores influyen en la migración de los lepidópteros estudiados; 3) determinar la dirección de la migración en la Península de Azuero.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localidad de estudio.

La playa El Agallito se ubica en la vertiente pacífica del istmo, al Noreste de la península de Azuero; administrativamente pertenece al distrito de Chitré en la provincia de Herrera, República de Panamá (8°00'N-80°26'W). La temporada seca se extiende de diciembre a abril y la lluviosa en el resto de los meses, con un corto período seco en junio; la zona se ve grandemente afectada por la sequía durante el fenómeno de El Niño. Durante la estación seca los vientos predominantes son los alisios; las lluvias inician en abril y se intensifican con la llegada de la Zona de Convergencia Intertropical, más notable en el mes de octubre; a finales del año llegan nuevamente los frescos vientos del NNE. El sitio se ubica ecológicamente en la zona de vida de la selva seca pre-montana con precipitación anual promedio de 1,250 mm. Aspectos generales físicos, de vegetación y fauna del sitio los brindan Delgado (1986) y Angehr (2003). En





general, la región de la bahía de Parita y el lugar de estudio es reconocido como importante sitio para aves playeras migratorias e invernantes.

La playa fue creada artificialmente en 1967, eliminándose un recuadro de 400 m. del denso manglar costero del río La Villa. Hoy, una faja de manglar de unos 150 metros de ancho separa la playa abierta de los salares o *albinas* del distrito y la tierra firme. En el sitio se ubica una barriada residencial con un complejo turístico visitado por locales y excursionistas extranjeros (Fig. 1).

Datos climáticos y astronómicos.

Las características climáticas de temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección del viento y radiación solar se obtuvieron de la Estación Meteorológica de La Villa de Los Santos Tipo A (Edemet-EDECHI). El registro de mareas y fases de la luna procedió de <http://tides.mobilegeographics.com/locations/343.html>. Los datos meteorológicos y astronómicos arriba mencionados comprenden sólo los meses de diciembre a marzo en los años 2011 a 2015.

Para el presente estudio también se llevó un registro diario de las condiciones del estado del tiempo en el sitio de estudio, las cuales se hicieron en una libreta de campo. Las condiciones observadas y registradas fueron: intensidad lumínica y velocidad del viento.

La intensidad lumínica fue determinada manualmente bajo el término “*bruma*” en una escala de 1 a 3. La categoría “0” significa un día plenamente soleado, la categoría “1” indica que el cielo posee algo de bruma matinal o nubosidad – en el campo se refleja con una tenue sombra sobre el suelo. La categoría “2” significa que el cielo se encuentra nublado y no existe proyección de sombra en el suelo, y la categoría “3” significa que el sitio se encuentra oscuro y próximo a una lluvia; debido a que el estudio se realizó entre los meses de diciembre a marzo, esto corresponde al inicio de la estación seca y, por ende, las dos últimas categorías casi nunca se dieron. Los registros para cada una de las categorías se tomaron cada 10 minutos a partir de las 08:00 AM hasta las 16:00.

La dirección y velocidad del viento se catalogaron con los 16 puntos cardinales básicos; durante el período de estudio el viento predominante en el sitio fue de Norte Noreste (NNE) durante todo el período de estudio; la velocidad del viento fue medida con un anemómetro de campo – cada 10 minutos, evaluando la condición del mismo con cuatro categorías, así: “0-1.0” (0-7 km/h) correspon-





de a calma en el sitio; la categoría “1.5-2.0” corresponde a una brisa leve (8-13 km/h); la categoría “2.5-3” indica una brisa fuerte (14-20 km/h) y la categoría “3.5-4.5” señala un fuerte viento (21-28 km/h y más). La velocidad del viento se registró desde el inicio del cómputo diario.

El registro de los ciclos lunares se efectuó diariamente. Los registros del día de la fase lunar se evaluaron con la escala de “0” a “7”. Los números positivos señalan el avance diario correspondiente a cada fase y los números negativos señalan el periódico oscurecimiento lunar y su efecto sobre la marea diaria. El nivel de mareas se obtuvo de la Tabla de Mareas que brinda el portal web de ETESA-Panamá y de <http://tides.mobilegeographics.com/locations/343.html>, correspondiente a cada año. La altura de la marea se da en metros, según norma internacional.

Los registros astronómicos correspondientes al ángulo solar se consultaron al Observatorio Astronómico de la Universidad Tecnológica de Panamá y corresponden a la estación del invierno del Hemisferio Norte donde se ubica Panamá. El registro diario del ángulo solar se da cada 10 minutos.

Recolecta y Procesamiento de los Datos.

En Azuero la migración invernal de las mariposas da inicio al final del mes de diciembre y termina al final del mes de febrero o en los primeros días de marzo. Los datos entomológicos reportados en este estudio comprenden el periodo entre diciembre de 2011 y marzo de 2015. Por lo tanto, al reportar la abundancia por año se notará que es muy baja en 2011; ello está asociado al hecho de que sólo representa la mitad del período de migración de otros años.

Los registros se hicieron por especie certificándose que las mismas se identificaron plenamente al vuelo; escogiendo un sector de 200 m. lineales y perpendiculares a la línea de marea de la playa El Agallito revisando periódicamente otros sectores de paso de la playa, lo cual nunca ocurrió. Eventualmente se realizó una separación de sexos de las especies. Diariamente, se registró el total de minutos laborados y las horas/hombre.

El registro de la migración de las mariposas en la playa El Agallito se realizó diariamente cada 10 minutos, iniciando en horas de la mañana (hora más temprana: 08:00) terminando en horas del mediodía (12:30); los registros posteriores a dicha hora se efectuaron cuando se observó un número superior de 5 individuos por especie durante 10 minutos.





Durante la migración se colectaron individuos con redes entomológicas siendo identificados por Francisco Delgado y depositados como testigos en la colección entomológica de este autor.

En esta investigación se han utilizado abreviaturas para los nombres de las especies estudiadas de las cuatro familias independiente del grado de pertinencia, así: 1) Familia Pieridae: As – *Aphrissa statira*; Ab – *Aphrissa boisduvalii*, Pa – *Phoebis argante*, Pp – *Phoebis philea*, Gd – (*Glutophrissa drusilla*) y Am – *Ascia monista* 2) Familia Hesperidae: Ab – *Astrartes fulgurator*, At – *Astrartes talus*; Aa – *Astrartes alardus*; Ap – *Astrartes sp.*; Ce – *Calpodes ethlius*, Ub – *Urbanus sp.*, Hp – código de varios pequeños Hespéridos indeterminados. 3) Familia Nymphalidae: Dp – *Dryadula phaetusa* (Linnaeus, 1758), Eu – *Eueides isabella*, Dj – *Dryas iulia*, Em – *Eunica monima*, Ho – *Historis odius*. 4) Familia Uraniidae: Uf – *Urania fulgens*.

Los datos obtenidos se procesaron por el programa Excel 2010; éste incluye los análisis de cantidad global de individuos, la Frecuencia Global y Frecuencia por especie presentados en Tablas respectivas por familia. Se ha utilizado el programa R para el análisis de Partición de la varianza, CCA y RDA. Para el análisis de varianza y regresión lineal múltiple se ha utilizado el programa estadístico JMP.

La **onda migratoria** se define como el número de individuos que cruzan el sitio a determinada hora del día. Para definir la onda migratoria se escogieron los tres máximos **registros diarios** en la mañana, y en la tarde cuando fue el caso. Producto de ello se notó que existen dos períodos de máxima actividad.

Fases de luna y la migración.

Con el fin de confirmar la oscilación de población migrante con las fases de luna se tabularon los registros de las mariposas migratorias en dos ciclos completos de luna; para ello se fusionaron los datos correspondientes a cada fase del período de estudio, en su orden: Luna Nueva (LN), Cuarto Creciente (CC), Luna Llena (LL) y Cuarto Menguante (CM).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Cifras globales de la migración.

Durante el presente estudio se registraron 81,735 individuos de 14 especies pertenecientes a cuatro familias de lepidópteros. Las familias registradas fueron: Pieridae con cuatro especies y 41,093 individuos – equivalente al 50.3%, *Nymphalidae* con cuatro especies y 30,826 individuos – (37.7%), *Hesperiidae* con cinco especies y 5,229 individuos – (6.4%), de las mariposas nocturnas sólo estuvo la familia *Uraniidae* con una especie y 4,587 individuos correspondiente al (5.6%) de la migración total. En punto a detalles de la abundancia por especies y por año, véase el Cuadro 1.

Cuadro 1: Número de individuos registrados durante el período del estudio que se reporta.

Especies	Años					Total x Sp
	2011	2012	2013	2014	2015	
<i>Ascia (=Aphrissa).</i>			10	21		31
<i>Astraptes sp.</i>				0	31	31
<i>Aphrissa statira</i>	374	5252	3347	16386	4466	29825
<i>Astraptes talus</i>			2831	1426		4257
<i>Calpodetes ethlius</i>			178	421		639
<i>Dryas iulia</i>	147	12635	7977	3142	40	30358
<i>Dryadula phaetusa</i>				0	6457	66
<i>Eueides isabella</i>			144	145	66	399
<i>Historis odius</i>				0	110	3
Hesperiidae sp.			59	25	3	84
<i>Phoebis argante</i>	88	1307	2231	1778		8411
<i>Phoebis philea</i>	68	785	773	676		2826
<i>Urbanus sp.</i>			99	98	3007	218
<i>Urania fulgens</i>			283	80	524	4587
Total x año	677	19979	17932	24198	21	81735

Las especies con mayor número de individuos fueron: *Dryas iulia* (37.14%), *Aphrissa statira* (36.49%), *Phoebis argante* (10.3%), *Urania fulgens* 5.8%, *Phoebis philea* (3.5%). Las especies antes mencionadas aportan un 87.4% de todos los individuos colectados. Las especies que menos individuos reportaron, con menos de 1%, han sido: *Calpodetes*, *Astraptes*, *Historis odius*, *Astraptes sp.* y *Dryadula phaetusa*. Ver más detalles del total por especie en el Cuadro 1.



Los registros anuales del número de individuos presentaron grandes fluctuaciones: los años con más individuos han sido los años 2014 (29.6%), 2012 (24.4%) y los de menor número individuos fueron 2015 (23.2%) y 2013 (21.9%).

Efecto astronómico universal.

Fases de Luna.

El Análisis de Varianza (ANOVA) muestra la influencia de las fases de la luna sobre el número de mariposas pasantes (Fig. 2); así, durante el período de estudio, un mayor número de individuos se registró en la luna llena (LL), 6,199 individuos y el cuarto menguante (CM), 4,942 individuos. Por otro lado, el menor número de individuos migrantes se registró en la fase de luna nueva (LN), 4,432 individuos y el Cuarto Creciente (CC), 3,718 individuos.

Según el análisis (ANOVA) sólo hay diferencias significativas entre las fases de LL y CC. Cuando este análisis se hace por especie, apreciamos que arroja resultados significativos para todas las especies predominantes de la migración: *Aphrissa statira*, *Phoebis argante* y *Phoebis philea* – entre los piéridos, *Dryas iulia* entre los ninfalinos y la polilla uránida (*Urania fulgens*). Por su parte, las especies secundarias o “acompañantes” de la migración también mostraron igual comportamiento (géneros: *Aphrissa*, *Glutophrissa* y *Ascia* entre los piéridos, *Dryadula*, *Eunica* e *Historis* entre los ninfalinos; y *Calpodus* y *Astrartes* entre los hespéridos (véase Fig. 2). Finalmente se indica que, en las especies del género *Ascia* (pierino), la *Eueides isabella* (ninfalino), y una especie de hesperino (*Urbanus*) la abundancia no registra diferencias significativas con respecto a las fases de la luna – todas pobremente representadas en la migración.

Mareas

Existiendo una correlación entre las fases de luna y la hora de la marea, el Análisis de Varianza (ANOVA) muestra la influencia de la hora de las mareas sobre la abundancia de los individuos de mariposas migratorias, durante el período en estudio (Fig. 2 y 3). Cuando la hora de la marea alta concuerda con las horas de la mañana, hay diferencias significativas tanto para las especies más significativas (*Aphrissa statira*, *Phoebis argante*, *Phoebis argante* y *Phoebis philea* – piéridos), como para la abundante *Dryas iulia* – ninfalino, y los hespéridos eventuales, pero con migración masiva: *Astrartes talus* y





Calpodus ethlius. El resto de las especies – representadas en su mayoría por muy pocos individuos (*Aphrissa boisduvalii*, *Ascia monuste*, *Dryadula*, *Eunica monima*, *Historis odius* y otros hespéridos son menos abundantes con el fenómeno mareal. Se advierte que *Urania fulgens* no presentó impacto significativo, quizás asociado al hecho de ser una polilla nocturna donde los primeros registros quedaban fuera de la hora de inicio del cómputo.

El Análisis Canónico de Correspondencia (CCA), Fig. 1a, nos permite apreciar que las variables, relacionadas a las mareas, que más influyen sobre la migración de las mariposas, son: el nivel de la marea baja ($la3 = +3$), la hora de la marea baja ($lt4 = 16:00$ p.m.) y la altura de la marea alta ($ha12 = 12$ pies).

Fechas.

El año tiene una influencia importante en la abundancia de las especies de mariposas migratorias. Esto se aprecia en la Fig. 1b donde el vector de mayor magnitud es el año “*anho*”, siguiéndole el mes y de menos importancia en cuanto a la fecha, es la variable “*día*”.

El patrón de migración de las especies, que se estudia aquí, se ve influenciado por las horas del día, si la abundancia de las especies se agrupa por horas de la mañana (AM) y por horas de la tarde (PM). El análisis de varianza (ANOVA) muestra diferencias significativas en la abundancia para las cuatro especies mejor representadas: *Aphrissa statira*, *Dryas iulia*, *Phoebis argante* y *Phoebis philea*, pero para las horas de la tarde no se registran diferencias significativas para ninguna de ellas (Fig. 3). En el Análisis (CCA) de la Fig. 1a se aprecia la contribución de la variable hora del día (a.m. y p.m.).

Efecto de temperatura.

Durante el período de estudio, la temperatura promedio fue de 27.4°C – según datos de la Estación Los Santos de EDEMET-EDECHI. Se advierte que la temperatura para los meses estudiados apenas varía entre un mes y otro; así, el mes de diciembre (26.9°C) es sólo 0.4°C más caliente que enero; este mes (27.2°C) es sólo 0.2°C más fresco que marzo cuando la temperatura media resulta similar.

No se ha observado influencia de la temperatura sobre la migración de mariposas en la playa El Agallito; sin embargo, se observa que, en enero, las maripo-





sas inician su movimiento migratorio más tarde que en marzo (09:10-09:50 vs. 08:20). Igualmente se obtiene que el mayor número de registros de la migración ocurre como promedio entre las 10:00 y 11:20 de la mañana en el mes de febrero siendo mucho más temprano en el mes de marzo (08:10 y 09:50) – cuando las temperaturas son levemente mayores.

Observando el detalle por familia tenemos que las polillas uránidas ya son activas al comenzar la mañana (08:00) decayendo su actividad para media mañana (10:30). Las tres especies más abundantes de mariposas (*Pieridae*) llegan a su mayor movimiento una hora más tarde que las mariposas nocturnas (11:10-11:50), recordando que existe un segundo pico de actividad a media tarde – que inicia cerca de las 14:50. Las mariposas hespéridas del año 2014 inician sus movimientos migratorios más tarde alcanzando su máxima actividad migratoria entre las 09:50 y 10:30.

Efecto de la humedad.

La humedad relativa mensual decrece en un 3.3% de diciembre a enero; luego decrece drásticamente en un 16.1% entre enero y febrero y luego asciende un 8.8% en el mes de marzo. Localmente, por efectos de radiación solar, la humedad en la playa El Agallito se hace más intensa en horas del mediodía siendo más acentuada en la bajamar, en la marea poco creciente o al término de la marea vaciante (véase más adelante).

Los estudios de campo nos muestran que la influencia de la humedad sobre el proceso migratorio de las mariposas no representa un factor prioritario, pues la migración diaria siempre ocurre a media mañana, sin importar lo intenso de la humedad ocasionada por el fenómeno mareal.

Impacto del viento.

Al término de la estación lluviosa se inician los vientos alisios del NNE en Panamá. La línea de costa del noroeste de la península de Azuero es colateral al viento predominante (NNW). En general, la dirección del viento en la bahía de Parita es NNE y siempre constante durante todo el período; sin embargo, se observa que con el decrecimiento de éste en el mes de marzo la onda migratoria se ve afectada muy levemente. Así, se ha observado que al término de la migración (primeros días de marzo) algunas especies de píeridos, y especialmente la especie *Dryas iulia* (un ninfalino), vuela en sentido contrario a la onda migratoria.





El Análisis Canónico de Correspondencia (CCA), Fig. 1b, nos permite ver que las velocidades del viento (v3 y v4) tienen una influencia importante para algunas de las especies migratorias (*Ce*, *Aa*, *At*, *Hp*):

La especie *As* – la mejor representada entre los piéridos, aumenta el número de individuos a medida que la velocidad del viento asciende; esta especie muestra diferencias significativas con las mayores velocidades del viento (v3, y v4), pero a velocidades menores (v1 y v2) no existen diferencias.

La especie *Dj* – representada en grandes números, muestra que con el viento a velocidades intermedias tiene una mayor actividad migratoria; así, por el contrario, cuando el viento sube de categoría (v4), tiende a disminuir su paso.

La especie *Eu* – segundo heliconino y con pocos individuos, muestra que la velocidad del viento v2 favorece la migración. Pero no hay diferencias significativas entre las velocidades v1, v3, y v4.

Las especies *Pp*, *Ce*, *Ub*, *Uf*, no tienen diferencias significativas en el número de individuos migrantes en ninguna de las categorías de intensidad del viento.

En el análisis (CCA), Fig. 1b, se aprecia la contribución de la variable velocidades del viento (v3 y v4) la cual tiene una influencia importante para algunas de las especies migratorias (*Ce*, *Aa*, *At*, *Hp*).

Efecto de bruma.

La variable bruma muestra que, a menores niveles de bruma (b0 y b1), la actividad de la migración fue mayor que con los niveles altos de bruma (b2 y b3). Fig. 1b.

CONCLUSIONES.

El análisis de partición de la varianza aplicado a los datos muestra que las variables de respuestas pueden explicar el 29.3% de la varianza. De este valor los factores abióticos pueden explicar 18.4% y los factores astronómicos pueden explicar 3.4% de la varianza. Los factores abióticos y astronómicos de forma compartida pueden explicar tan solo 7.5% de la varianza de todos los datos. Quedando de esta forma 70.7% de la varianza que no se logra explicar con las variables estudiadas. Fig. 3.





De forma individual, tanto los factores abióticos como los astronómicos tienen algunas particularidades interesantes sobre todos los datos en su conjunto, así como de forma individual. Por ejemplo, en la Fig. 1a, podemos apreciar que la abundancia de las especies *Hp*, *Aa*, *Ub*, *Eu*, *Uf* está más influenciada por el nivel de la marea baja (+3), que por la hora de la marea baja a las 16:00 p.m., la altura de la marea alta de 3.65m. La abundancia de las especies *At*, y *Ce* – ambas hesperinas, están más influenciadas por las horas de la tarde, la hora (14:00 p.m.) de la marea alta y la fase de la luna nueva.

Los factores abióticos y la fecha también pueden influenciar más a unas especies que otras. Por ejemplo, la fecha (“*anho*”) es la variable que más influencia a las especies *Ho*, *Uf*, *Dp*, *Eu* – de por sí poco representadas en la migración, donde cuatro piéridos, un ninfalino y la polilla *Uf* son representativas tanto por sus números como sus fechas. Los “*meses*” están más relacionados con las especies *Ub* y *As*. La “*velocidad del viento*” (*v1*) afecta más fácilmente a las especies *Dp* y *Ap* – de poca representatividad en la migración. Por otro lado, para las especies *Dj* y *Pp* los años y los meses no tienen influencia (Fig. 1b).

Bajo el presente estudio las especies tienen una preferencia para la migración a media mañana, evitando la sobreexposición calórica de las horas del mediodía y comienzos de la tarde; se advierte que cada especie tiene una leve preferencia en dicho período matutino. Se observa también que las mariposas de la familia *Pieridae* tienen un segundo pico de actividad a media tarde, con mucho menos individuos.

La intensidad del viento es proporcional al paso de mariposas migratorias en la playa El Agallito, siendo estadísticamente significativo este valor. En días calmos o de brisa leve, los números son bajos y el fuerte viento afecta la onda migratoria, pues algunas no logran contrarrestar su paso. Durante los días de una baja velocidad del viento (0-1.0), la cantidad de mariposas migrantes disminuye hasta en un 40% al compararlos con los días con velocidades mayores.

Viendo el detalle se observa que los vientos de *categoría 1.5-2.0* ocasionan un avance más pausado del movimiento migratorio destacado por movimientos erráticos (“*saltos*” largos y altos en zigzag) de las mariposas siendo bastante común observarlas cómo se desvían de la ruta migratoria interactuando con otros individuos o sobrevolando distraídamente por pequeños arbustos costeros de leguminosas (*Pithecellobium*) y plantas ornamentales (*Ixora*, *Hibiscus* et





Carappa). Tal cual señala Smith (1972) para *Omphalea* (opus cit.), las *Urania* tienden a alimentarse muy activamente temprano en árboles floreados de mangle negro (*Avicennia*) cuando el viento es calmo o con brisa suave. En el presente estudio se suma el árbol de almendro (*Carappa*; Tiliacea), y se confirma que la especie *Dryas iulia* también se alimenta de flores del manglar.

Localmente, la brisa fuerte – categoría 2.5-3, favorece claramente la migración de las mariposas, en estas condiciones el vuelo está bien direccionado: los individuos aparentan tener un buen control de vuelo manteniendo una altura de 2-4 m. en campo abierto y no muestran dificultad para sobrepasar la copa de los árboles bajos del manglar.

Cuando los vientos son fuertes – categoría 3.5-4.5, los individuos son muy erráticos creando un rápido y desbalanceado zigzag pues son “arrastrados” por varios metros ante el fuerte golpe del viento lateral; en esas condiciones éstos procuran buscar rápidamente refugio entre las ramas del manglar costero; también es común verlos contrarrestar la intensidad del viento vibrando sostenidamente a unos cuantos centímetros del suelo, haciéndose significativamente lento su avance – más notable entre los piéridos. En casos extremos se ha observado que algunos individuos se aferran momentáneamente de hojas y ramas a contraviento. También se ha observado que, en tales circunstancias, la especie *Dryas iulia* toma como estrategia abrirse camino entre el manglar evitando, así, el campo abierto. Como se observa, el número de individuos disminuye ante estas condiciones adversas (Fig. 4).

Un hecho trascendental ocurrió el 22 de enero de 2014: el viento alcanzó una intensidad por encima de 4 – un tanto favorable para la migración, pero ese día ocurrió un temblor de 4.4 a sólo 100 km. del sitio de estudio (Chame, con hipocentro de sólo 16 kms.); en aquella ocasión se notó que, luego de 2 horas de cómputo vespertino, no se registró migración alguna de mariposas; el día anterior al hecho sísmico su número fue de 805 individuos y dos días después su número fue de 653 – ambas cifras bastante significativas para el período migratorio del lugar de estudio, visto de manera global. Este hecho fortuito debe ser considerado en un futuro como referencia y/o evidencia local a la cita hecha en literatura sobre geomagnetismo en la migración de mariposas de iguales especies (véase Srygley, 2005).





SUMMARY

BUTTERFLIES MIGRATION IN THE BEACH AGALLITO, CHITRÉ, HERRERA PROVINCE, PANAMA.

This study on the butterflies migration on the beach Agallito, Chitré, provides the first evidence of this phenomenon in field conditions for Pacific coast of Panama about four families and 14 Lepidoptera species: a moth (Uraniidae) and members of three families of diurnal butterflies (*Hesperiidae*, *Pieridae* and *Nymphalidae*). This study also provides a precise and innovative methodology for the study of this phenomenon in a long-term perspective. The study presents new information on interactions between climate, oceanographic factors and the migration process of Neotropical butterflies. The distribution analysis of variance indicated that 29.3% of the variance can be explained by variables of studied answers.

KEY WORDS

Migration, Lepidoptera, Uraniidae, Hesperidae, Pieridae, Nymphalidae, moon phases, tides, biotic factors.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGEHR, G.R. 2003. **Directorio de áreas importantes para aves de Panamá**. Ed. Vogelbescherming y Sociedad Audubon de Panamá, 342 págs.
- BROWER, L.P. 1995. Understanding and misunderstanding the migration of the monarch butterflies (Nymphalidae) in North America. *Journal of the Lepidopterologist's Society*, 49: 304-385.
- BROWN, G.M.; 1974. A new solar-terrestrial relationship. *Nature*, 251: 592-594.
- DELGADO, F.S.; 1986. Panamá. Ambientes acuáticos. En: *Inventario de humedales de la región Neotropical*. (ed. D. Scott y M. Carbonell; IWRB Slimbridge y UICN, Cambridge): 420-438.
- DELGADO, F.S.; 1998. Coastal Environments of Panama. En: R.J.G. Morrison, R.W. Butler y F.S. Delgado, 1998. **Atlas of Neartic shorebirds and other waterbirds of the coast of Panama**. Canadian Wildlife Service. Special Publication. 113 pp.
- DELGADO, F.S.; 2006. Análisis de la investigación de campo: mariposas. En: *Sitio La Amistad, Panamá. Conectando pisos altitudinales mediante corredores biológicos*. 2006. USAID, ANAM, The Nature Conservancy: 54-55 + mapa 2: Rutas de mariposas migratorias.
- HABER, W.A. y STEVENSON, R.D.; 2004. Diversity, migration, and conservation of butterflies in the Northern Costa Rica. In: *Biodiversity and conservation in Costa Rica, learning the lessons in a seasonal dry forest*. (eds. G. Frankie, A. Mata y S. Vinson), pp. 99-115. University of California Press, LA, California.
- JOHNSON, C.G.; 1960. A basis for a general system of insect migration and dispersal by flight. *Nature*, 186: 348-350.
- MOORE, M.B. 1928. **A study of the life history and habits under Florida conditions of the canna butterfly (Brazilian skipper), *Colpodes ethlius* (Cramer), an insect pest of the canna**. MS thesis, University of Florida, Gainesville, 95 pp.
- NIELSEN E.T. y NIELSEN, A.T.; 1950. Contributions to knowledge towards migration of butterflies. *Am. Mus. Novit.*, N° 1471: 29 pp.
- OLIVEIRA E.G., SRYGLEY R.B. y DUDLEY R.; 1998. Do Neotropical migrant butterflies navigate using a solar compass? *Journal of Experimental Biology*, 201: 3337-3341.
- SHIELDS, O.; 2004. Toward a theory butterfly migration. *Journal of Research of the Lepidoptera*, 13 (4): 217-238.
- SMITH, N.G.; 1972. Migrations of the day-flight moth *Urania fulgens* in Central and South America. *Caribbean J. Sci.* 12: 45-58.
- SRYGLEY, R.B.; DUDLEY, R.; 2008. Optimal strategies for insects migrating on the flight boundary layer: mechanisms and consequences. *Integrative and Comparative Biology*. 48: 119-133.
- SRYGLEY, R.B.; DUDLEY, R.; OLIVEIRA, E.G.; 1996. Winds drift compensation, flyways and conservation of diurnal Neotropical Lepidoptera. *Proceedings of the Royal Society London B*, 263: 1351-1357.
- URQUHART, F.K.; 1960. **The Monarch butterfly**. University of Toronto Press, Ontario; Canada. 261 pp.
- WELLING, E.C.; 1959. Notes on butterflies migration in the Peninsula of Yucatán. *J. Research Lep.*, 13: 62-63.
- WILLIAM, C.B.; 1930. **The migration of butterflies**. Oliver y Boyd Ed., Edinburg, London, 1930. 473 pp.
- WILLIAM, C.B.; 1965. **Insect Migration**. 2nd. Edition. Collin, London, 1965. 237 pp.

CCA de Sp x envat scaling 2

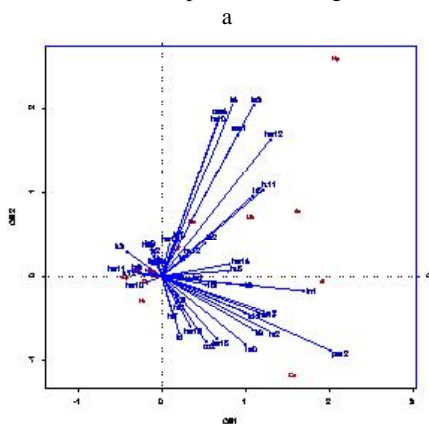


Fig. 1a

Fig 1a. Influencia de factores astronómicos (envat) sobre la abundancia de las especies (Sp) de mariposas migratorias. Pieridae: As - *Aphrissa statira*, Ab - *Aphrissa boisduvalii*, Am - *Ascia monuste* (Linnaeus, 1764), Pa - *Phoebis argante*, Pp - *Phoebis philea*, Aa - género *Ascia* (= *Aphrissa*). Hesperidae: Ab - *Astraptus fulgerator* (Walch, 1775), At - *Astraptus talus* (Cramer, 1777); Ce - *Calpodus ethlius*, Ub - *Urbanus sp.*, Ap - *Astraptus*; Hp - código de Hespérido indeterminado. Nymphalidae: Dp - *Dryadula phaetusa*, Dj - *Dryas iulia*, Eu - *Eueides isabella*, Em - *Eunica monima*, Ho - *Historis odius*. Uraniidae: Uf - *Urania fulgens*. Las horas de las mareas bajas están representadas por lt1-Lt15; y las horas de las mareas altas ht1-ht10; ha = altura marea alta; la = altura marea baja; am-pm: Horas de la mañana (7-12AM) Horas de la tarde (1-6PM); Fases de la luna: (LN) Luna nueva, (CC) Cuarto creciente, (LL) luna llena, (CM) Cuarto menguante.

CCA Sp - envfa scaling 2

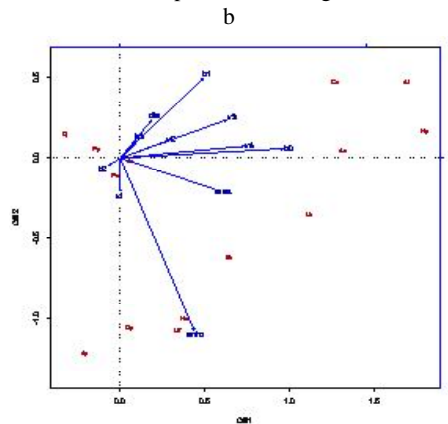


Fig. 1b

Fig 1b. Influencia de factores abióticos (envfa) sobre la abundancia de las especies (Sp) de mariposas migratorias. Nombre de las especies: Pieridae: As - *Aphrissa statira*, Ab - *Aphrissa boisduvalii*, Am - *Ascia monuste* (Linnaeus, 1764), Pa - *Phoebis argante*, Pp - *Phoebis philea*, Aa - género *Ascia* (= *Aphrissa*). Hesperidae: Ab - *Astraptus fulgerator* (Walch, 1775), At - *Astraptus talus* (Cramer, 1777); Ce - *Calpodus ethlius*, Ub - *Urbanus sp.*, Ap - *Astraptus*; Hp - código de Hespérido indeterminado. Nymphalidae: Dp - *Dryadula phaetusa*, Dj - *Dryas iulia*, Eu - *Eueides isabella*, Em - *Eunica monima*, Ho - *Historis odius*. Uraniidae: Uf - *Urania fulgens*. Fecha: Año, mes, día; Bruma: Bru0-Bru3; Velocidad del Viento: v1-v4.

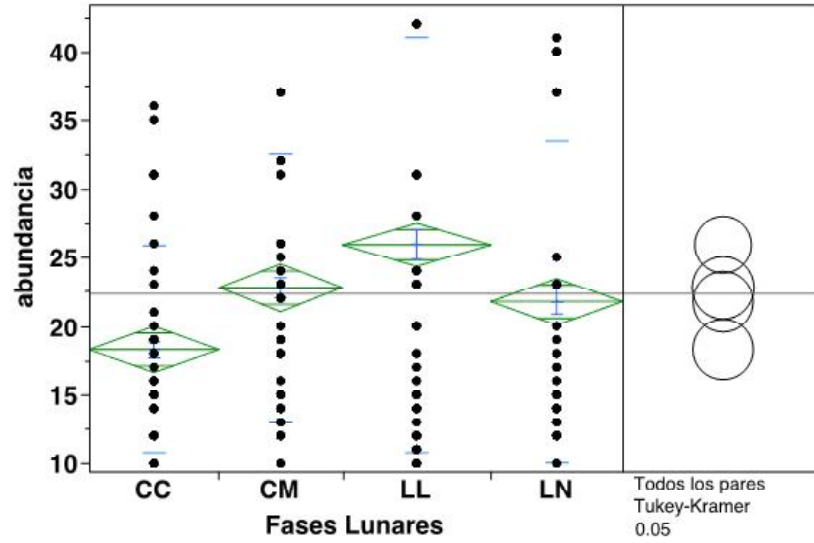


Fig 2. Análisis de Varianza (ANOVA) muestra la influencia de las fases de la luna sobre la abundancia de los individuos de mariposas migratorias, durante el período en estudio.

- CC = Cuarto Creciente;
- CM = Cuarto Menguante;
- LL = Luna Llena;
- LN = Luna Nueva.

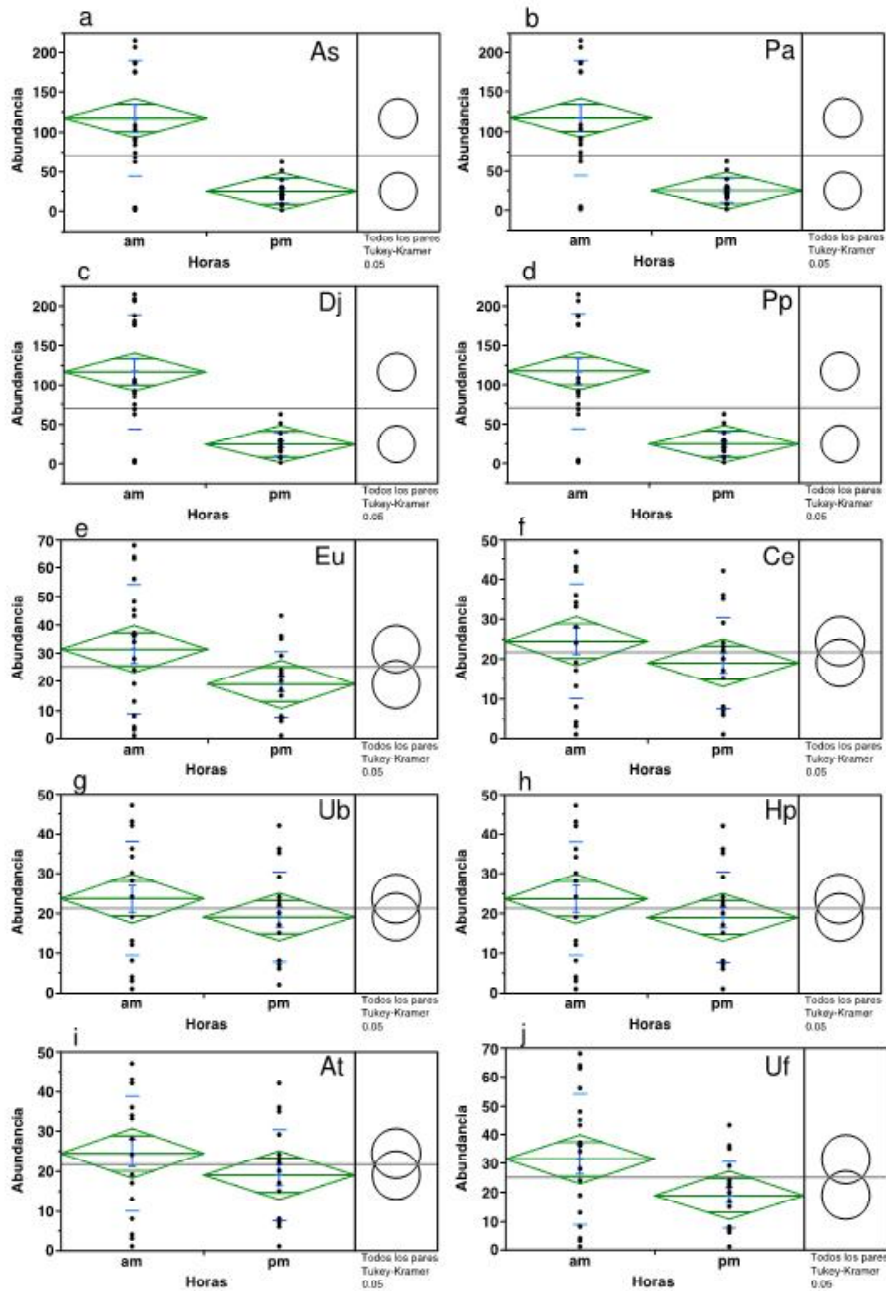


Fig. 3. Influencia de las horas en la migración de las mariposas am-pm: horas de la mañana (7-12AM), horas de la tarde (1-6PM). As = *Aphrissa statira*, Pa=*Phoebis argente*, Pp=*Phoebis philea*, At=*Astraptes talus*, Ce=*Calpodetes ethlius*, Ub=*Urbanus* sp., Hp=Hesperiidos indeterminados, Eu=*Eueides isabella*, Dj=*Dryas iulia*, Uf= *Urania fulgens*.

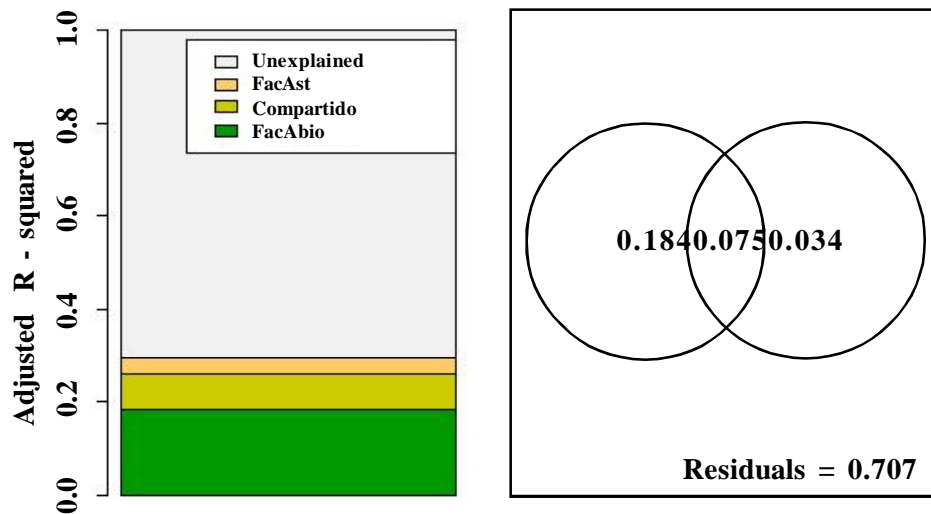


Fig. 4. Análisis de partición de la varianza. Los datos que se muestran en el eje “y” son con la R^2 ajustada. 18.4% FacAbio = Factores abióticos; 3.4% FacAst = Factores astronómicos; 7.5% Compartido = Varianza que se logra explicar con los Factores abióticos y astronómicos estudiados; Unexplained = Varianza que no se logra explicar con las variables analizadas.

Recibido: 2 de julio de 2015.
 Aceptado: 11 de noviembre de 2015.