

Ideas para un índice de amplitud biogeográfica

Leonor Oñate-Ocaña, Jorge Llorente Bousquets y Jorge A. Meave

En los últimos años se han desarrollado numerosas técnicas y métodos para predecir (interpolar o extrapolar) la distribución de las especies (Dennis y Hardy, 2001; Ferrier *et al.*, 2002; Hortal y Lobo, 2002; Espadas *et al.*, 2003; Fleishman *et al.*, 2003; Navarro *et al.*, 2003a,b). Entre las herramientas más populares se encuentran los sistemas de información geográfica (SIG), que pueden ayudar a predecir las distribuciones potenciales (o hipotéticas) a partir de mapas con puntos geográficos que representan un gráfico de la presencia de individuos o poblaciones (áreas ocupadas o hechos de distribución), los cuales suelen estar asociados con información geoespacial (Lenton *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Hortal y Lobo, 2002; Espadas *et al.*, 2003; Martín-Piera y Lobo, 2003; Müller *et al.*, 2003; Navarro *et al.*, 2003a, b; Rojas-Soto *et al.*, 2003). Algunos SIG han sido integrados con algoritmos específicos como el GAP, BIOCLIM, BIOM, DOMAIN y GARP (Espadas *et al.*, 2003; Henning *et al.*, 2003; Martín-Piera y Lobo, 2003; Navarro *et al.*, 2003a, b; Peterson y Robins, 2003; Peterson y Kluza, 2003).

La certeza de las predicciones varía al utilizar algoritmos distintos y aplicarlos en zonas geográficas diferentes, pues la disponibilidad de datos de presencia de las especies muchas veces es 'incompleta' o sesgada, o bien los mapas no existen o la escala no es compatible (Soberón *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Hortal y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003; Navarro *et al.*, 2003a,b). La comparación de juegos de datos almacenados en colecciones con datos de observaciones directas de campo ha permitido evaluar la precisión de los modelos, a veces con excelentes resultados (León Cortés *et al.*, 1998; Navarro *et al.*, 2003b; Peterson y Kluza, 2003). Sin embargo, en muchos casos la desigualdad del esfuerzo de recolecta y de la escala, además de la topografía variada y el conocimiento pobre de las zonas tropicales, es-

pecialmente montañosas, sesgan los resultados, produciendo sobre o subestimaciones de las distribuciones (Soberón *et al.*, 2000; Hortal y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003; Müller *et al.*, 2003).

Los inventarios de la biota mexicana contienen pocos datos de distribución y, de éstos, la mayor parte de las recolectas se efectuaron cerca de carreteras. Además, las localidades no cuentan con métodos de captura estandarizados y en su mayoría inciden en las mismas zonas de recolecta (Soberón *et al.*, 2000; Espadas *et al.*, 2003; Müller *et al.*, 2003; Oñate-Ocaña y Llorente, en prep.). La situación de México es especial debido a la complejidad de su historia geológica y a la variedad climática del país, y que estas características han producido un mosaico abigarrado de riqueza de especies con altos niveles de endemismo (Navarro y Benítez, 1993; Flores y Gerez, 1994). Estos problemas que se presentan con la información biótica y con la geográfica llevan a la generación de distribuciones potenciales sesgadas cuando son utilizadas para alimentar los métodos predictivos (Soberón *et al.*, 2000; Hortal y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003).

El propósito de este capítulo es presentar un método alternativo para la estimación de la distribución de taxones del nivel especie y la predicción de la composición de especies en áreas poco conocidas. La propuesta se basa en el uso de la frecuencia relativa de los ejemplares registrados y se la ha llamado Índice de Amplitud Biogeográfica o ABR (Oñate-Ocaña y Llorente, en prep.).

Descripción del índice

El índice de amplitud biogeográfica utiliza y describe la frecuencia relativa con la que se registra una especie dada en un inventario. Este índice descansa so-

bre un fuerte contenido empírico y estadístico. La frecuencia relativa se calcula para cada variable causal y al final se promedian para asignar un valor que va de cero a uno. El índice puede definirse como:

$$\Sigma \text{frel} * n^{-1}$$

donde:

Σ = suma de frecuencias relativas de cada variable

frel = frecuencia relativa de cada variable

n = número de variables consideradas en el análisis

* multiplicado por

$n^{-1} = 1/n$

El cálculo se procesa de la siguiente manera:

1. Se calcula la frecuencia relativa de la información espacial y temporal de los puntos donde fueron capturados o registrados los individuos de cada especie. Esta frecuencia simplemente puede estar basada en la aparición del taxón en los puntos de recolecta, o bien se puede calcular en relación con categorías de alguna variable ambiental, por ejemplo la altitud, el tipo de vegetación, la precipitación, la temperatura, las coordenadas geográficas, la planta de alimentación, la fecha, la hora, etc.

2. Se promedian las frecuencias relativas para asignar a cada especie un valor del índice de amplitud biogeográfica que se ubica entre cero y uno.

3. Las especies de amplia distribución resultan con valores mayores de 0.4; estos valores disminuyen progresivamente conforme la distribución de las especies es más restringida. Las especies con valores cercanos a cero son aquellas cuya presencia en la región bajo estudio es menos probable.

Para predecir la presencia de una especie en una zona determinada se siguen los siguientes pasos:

1. Se describen las condiciones ecogeográficas de la región.

2. Se calculan las frecuencias relativas de la especie para cada variable ecogeográfica.

3. Se calcula la frecuencia relativa por franja longitudinal y latitudinal y por polígono o celda geográfica.

4. Se comparan las condiciones ecogeográficas con los valores de frecuencia relativa.

Este índice, tal y como se propone aquí, resulta ser muy simple. No requiere de análisis estadístico ni

de contrastación de la varianza de los datos. Sin embargo, puede ser la base para introducir otros aspectos y hacerlo más complejo.

Un ejemplo con Papilionidae y Pieridae mexicanas

Se aplicó el índice a una base de datos de dos familias de mariposas mexicanas, Papilionidae con 53 especies y Pieridae con 79 especies. Los datos corresponden a 40 752 individuos albergados en 11 museos y 13 807 datos obtenidos de la literatura (Llorente *et al.*, 1997; Soberón *et al.*, 2000). Se utilizó una regionalización por cuadrantes de 0.5° por lado que cubren la totalidad del territorio nacional. Se separaron los datos provenientes de colecciones de los obtenidos de la literatura en dos secciones, llamadas 'colecciones' (C) y 'literatura' (L), respectivamente. Para cada sección, se calculó la frecuencia relativa en cada especie de los datos de individuos registrados, de localidades con registro, de cuadrantes en los que se recolectaron, así como los tipos de vegetación, franja latitudinal y longitudinal en la que se encontraron. Con las frecuencias relativas se calculó el índice de amplitud biogeográfica (Oñate-Ocaña y Llorente, *en prep.*)

El ABR está basado en la frecuencia en la que cada especie fue recolectada en localidades, tipos de vegetación, cuadrante geográfico, franjas longitudinal y latitudinal, así como incidencia en el mes de recolecta. De este modo, los resultados del índice son sensibles a la frecuencia de presencia en los cuadrantes geográficos y en las franjas de latitud y longitud de recolecta, y por ello sus valores reflejan la extensión geográfica del grupo. En el caso de estos grupos de mariposas, se encontró una tendencia hacia valores cercanos a 0.25, lo que señala a las especies de ambas familias como restringidas biogeográficamente.

Como en ambas familias de mariposas las especies están muy restringidas en su distribución, especialmente los papiliónidos, conviene aplicar el índice. Los valores del índice de amplitud biogeográfica calculados para colecciones y para literatura de papiliónidos mexicanos se encuentran por debajo de 0.5, en un intervalo de 0 a 0.49 y con un valor medio entre 0.222 a 0.227 para los datos de colecciones y literatura, respectivamente (Cuadros I y II). Solamente

Cuadro I. Frecuencias absolutas y relativas de incidencia para papiliónidos obtenidos en la literatura. NESPECIE = Nombre de la especie; Veg = tipos de vegetación; Fveg = frecuencia en los diversos tipos de vegetación; cdr = cuadrantes con presencia; Fcdr = frecuencia en los diversos cuadrantes; Loc = localidades en donde se registró; Floc = frecuencia en las diferentes localidades; Edo = estados en donde se registró; Fedo = frecuencia en los diferentes estados; Lon = número de franjas longitudinales en las que se registró la especie; Flon = frecuencia en las diferentes franjas longitudinales; Ind = total de individuos registrados; Find = frecuencia de individuos registrados; mes = número de meses en los que se registró la especie; Fmes = frecuencia de meses con registro; Lat = número de franjas latitudinales en que se registró la especie; Flat = frecuencia en la que se registró la especie en las distintas franjas latitudinales; Reg = número de registros para la especie; Freg = frecuencia relativa de los registros de la especie; Ftotal = frecuencia total (Suma de frecuencias); INDICE = Índice de Amplitud biogeográfica.

NESPECIE	veg	Fveg	cdr	Fcdr	loc	Floc	edo	Fedo	lon	Flon	ind	Find	mes	Fmes	lat	Flat	reg	Freg	INDICEabr
<i>Baronia brevicornis</i>	2	0.125	19	0.063	31	0.041	8	0.250	9	0.281	927	0.067	3	0.250	5	0.263	168	0.016	0.151
<i>Batus philenor</i>	10	0.625	85	0.283	119	0.159	27	0.844	20	0.625	282	0.020	11	0.917	16	0.842	229	0.021	0.482
<i>B. polydamas</i>	9	0.563	67	0.223	115	0.154	20	0.625	21	0.656	236	0.017	11	0.917	12	0.632	226	0.021	0.423
<i>B. leodamas</i>	5	0.313	33	0.110	45	0.060	14	0.438	16	0.500	95	0.007	7	0.583	7	0.368	95	0.009	0.265
<i>B. eracon</i>	1	0.063	11	0.037	19	0.025	4	0.125	5	0.156	36	0.003	7	0.583	5	0.263	36	0.003	0.140
<i>B. ingenuus</i>	3	0.188	13	0.043	16	0.021	5	0.156	7	0.219	35	0.003	3	0.250	5	0.263	33	0.003	0.127
<i>B. lycidas</i>	2	0.125	15	0.050	15	0.020	4	0.125	6	0.188	25	0.002	1	0.083	6	0.316	25	0.002	0.101
<i>Parides alopis</i>	3	0.188	11	0.037	13	0.017	7	0.219	7	0.219	39	0.003	10	0.833	7	0.368	39	0.004	0.210
<i>P. photinus</i>	9	0.563	46	0.153	69	0.092	17	0.531	16	0.500	195	0.014	11	0.917	10	0.526	182	0.017	0.368
<i>P. montezuma</i>	8	0.500	55	0.183	97	0.130	19	0.594	19	0.594	204	0.015	12	1.000	10	0.526	183	0.017	0.395
<i>P. eurymedes</i>	3	0.188	22	0.073	40	0.054	6	0.188	10	0.313	116	0.008	9	0.750	7	0.368	106	0.010	0.217
<i>P. childrenae</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	1	0.031	1	0.031	3	0.000	1	0.083	1	0.053	3	0.000	0.030
<i>P. sesostris</i>	2	0.125	17	0.057	27	0.036	6	0.188	7	0.219	63	0.005	6	0.500	4	0.211	63	0.006	0.149
<i>P. panares</i>	3	0.188	13	0.043	25	0.033	4	0.125	8	0.250	94	0.007	8	0.667	3	0.158	91	0.008	0.164
<i>P. erithalion</i>	6	0.375	41	0.137	65	0.087	14	0.438	17	0.531	279	0.020	12	1.000	8	0.421	175	0.016	0.336
<i>P. iphidamas</i>	4	0.250	22	0.073	35	0.047	7	0.219	10	0.313	104	0.007	10	0.833	6	0.316	95	0.009	0.230
<i>Protographium marcellus</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	1	0.031	1	0.031	1	0.000	1	0.083	1	0.053	1	0.000	0.030
<i>P. epidaeus</i>	7	0.438	60	0.200	101	0.135	19	0.594	17	0.531	225	0.016	9	0.750	9	0.474	211	0.019	0.351
<i>P. philolaus</i>	8	0.500	57	0.190	108	0.142	20	0.625	20	0.625	286	0.021	8	0.667	10	0.526	234	0.022	0.369
<i>P. agesilaus</i>	3	0.188	22	0.073	36	0.048	10	0.313	11	0.344	85	0.006	7	0.583	7	0.368	81	0.007	0.215
<i>P. dioxiippus</i>	1	0.063	6	0.020	6	0.008	3	0.094	4	0.125	14	0.001	1	0.083	3	0.158	14	0.001	0.061
<i>P. calliste</i>	4	0.250	12	0.040	19	0.025	10	0.313	7	0.219	58	0.004	4	0.333	6	0.316	43	0.004	0.167
<i>P. thyastes</i>	4	0.250	15	0.050	22	0.029	8	0.250	8	0.250	59	0.004	5	0.417	5	0.263	55	0.005	0.169
<i>Eurytides salvini</i>	1	0.063	6	0.020	6	0.008	5	0.156	5	0.156	17	0.001	1	0.083	3	0.158	17	0.002	0.072
<i>Protesilaus macrosilaus</i>	3	0.188	20	0.067	31	0.041	8	0.250	10	0.313	59	0.004	5	0.417	8	0.421	59	0.005	0.190
<i>Mimoides thymbraeus</i>	8	0.500	37	0.123	60	0.080	17	0.531	12	0.375	162	0.012	11	0.917	7	0.368	162	0.015	0.325
<i>M. ilus</i>	5	0.313	31	0.103	66	0.088	11	0.344	14	0.438	267	0.019	9	0.750	6	0.316	206	0.019	0.265
<i>M. phaon</i>	6	0.375	28	0.093	59	0.079	11	0.344	9	0.281	138	0.010	7	0.583	10	0.526	121	0.011	0.256
<i>Priamides pharnaces</i>	8	0.500	51	0.170	70	0.094	17	0.531	16	0.500	154	0.011	9	0.750	9	0.474	148	0.014	0.338
<i>P. rogeri</i>	1	0.063	4	0.013	4	0.005	3	0.094	2	0.063	9	0.001	1	0.083	1	0.053	9	0.001	0.042
<i>P. erostratus</i>	6	0.375	25	0.083	39	0.052	12	0.375	9	0.281	65	0.005	8	0.667	10	0.526	65	0.006	0.263
<i>P. anchisiades</i>	5	0.313	43	0.143	74	0.099	16	0.500	13	0.406	163	0.012	11	0.917	11	0.579	157	0.014	0.331
<i>Troilides torquatus</i>	3	0.188	13	0.043	19	0.025	12	0.375	6	0.188	53	0.004	6	0.500	6	0.316	40	0.004	0.182
<i>Calaidas ornithion</i>	4	0.250	25	0.083	37	0.050	14	0.438	8	0.250	86	0.006	6	0.500	10	0.526	61	0.006	0.234
<i>C. astyalus</i>	6	0.375	29	0.097	57	0.076	14	0.438	13	0.406	150	0.011	7	0.583	9	0.474	138	0.013	0.275
<i>C. androgeus</i>	5	0.313	31	0.103	57	0.076	14	0.438	14	0.438	135	0.010	8	0.667	9	0.474	105	0.010	0.281
<i>Heraclides thoas</i>	9	0.563	54	0.180	102	0.137	18	0.563	19	0.594	248	0.018	11	0.917	11	0.579	230	0.021	0.397
<i>H. cresphontes</i>	8	0.500	78	0.260	130	0.174	25	0.781	23	0.719	272	0.020	11	0.917	15	0.789	253	0.023	0.465
<i>Papilio indra</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	2	0.063	1	0.031	8	0.001	2	0.167	1	0.053	6	0.001	0.042
<i>P. machaon</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	2	0.063	1	0.031	4	0.000	1	0.083	1	0.053	4	0.000	0.033
<i>P. zelicaon</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	1	0.031	1	0.031	4	0.000	1	0.083	1	0.053	4	0.000	0.030
<i>P. polyxenes</i>	11	0.688	72	0.240	122	0.163	26	0.813	21	0.656	271	0.020	12	1.000	16	0.842	250	0.023	0.494
<i>Pterourus esperanza</i>	1	0.063	1	0.003	2	0.003	1	0.031	1	0.031	7	0.001	3	0.250	1	0.053	7	0.001	0.048
<i>P. pilumnus</i>	6	0.375	35	0.117	61	0.082	14	0.438	10	0.313	142	0.010	10	0.833	10	0.526	124	0.011	0.301
<i>P. palamedes</i>	1	0.063	5	0.017	9	0.012	3	0.094	2	0.063	24	0.002	3	0.250	4	0.211	17	0.002	0.079
<i>P. glaucus</i>	2	0.125	10	0.033	15	0.020	8	0.250	6	0.188	89	0.006	3	0.250	7	0.368	53	0.005	0.138
<i>P. rutulus</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	2	0.063	1	0.031	5	0.000	1	0.083	1	0.053	5	0.000	0.033
<i>P. eurymedon</i>	1	0.063	3	0.010	3	0.004	1	0.031	2	0.063	4	0.000	1	0.083	2	0.105	4	0.000	0.040
<i>P. multicaudatus</i>	9	0.563	45	0.150	69	0.092	20	0.625	14	0.438	169	0.012	12	1.000	12	0.632	166	0.015	0.392
<i>Pyrrhosticta garamas</i>	7	0.438	20	0.067	35	0.047	13	0.406	7	0.219	118	0.008	12	1.000	4	0.211	115	0.011	0.267
<i>P. abderus</i>	7	0.438	33	0.110	61	0.082	10	0.313	9	0.281	106	0.008	8	0.667	10	0.526	106	0.010	0.270
<i>P. victorinus</i>	7	0.438	45	0.150	85	0.114	18	0.563	15	0.469	203	0.015	11	0.917	9	0.474	195	0.018	0.351

Nota: La columna Ftotal fue omitida pues las cantidades son tan pequeñas que el redondeo nos da cero en todos los casos

Cuadro II. Frecuencias absolutas y relativas de incidencia para papiliónidos obtenidos en colecciones. NESPECIE = Nombre de la especie; Veg = tipos de vegetación; Fveg = frecuencia en los diversos tipos de vegetación; cdr = cuadrantes con presencia; Fcdr = frecuencia en los diversos cuadrantes; Loc = localidades en donde se registró; Floc = frecuencia en las diferentes localidades; Edo = estados en donde se registró; Fedo = frecuencia en los diferentes estados; Lon = número de franjas longitudinales en las que se registró la especie; Flon = frecuencia en las diferentes franjas longitudinales; Ind = total de individuos registrados; Find = frecuencia de individuos registrados; mes = número de meses en los que se registró la especie; Fmes = frecuencia de meses con registro; Lat = número de franjas latitudinales en que se registró la especie; Flat = frecuencia en la que se registró la especie en las distintas franjas latitudinales; Reg = número de registros para la especie; Freg = frecuencia relativa de los registros de la especie; Fttotal = frecuencia total (Suma de frecuencias); ÍNDICEabr = Índice de Amplitud biogeográfica.

	lat	Flat	lon	Flon	cdr	Fcdr	veg	Fveg	edo	Fedo	ind	Find	loc	Floc	reg	Freg	mes	Fmes	ÍNDICEabr
<i>Baronia brevicornis</i>	5	0.263	8	0.250	13	0.029	1	0.048	6	0.188	250	0.01	23	0.012	93	0.003	7	0.583	0.154
<i>Battus philenor</i>	17	0.895	24	0.750	103	0.228	10	0.476	27	0.844	416	0.01	135	0.071	250	0.009	12	1.000	0.476
<i>B. polydamas</i>	10	0.526	19	0.594	62	0.137	8	0.381	17	0.531	347	0.01	116	0.061	247	0.009	12	1.000	0.361
<i>B. laodamas</i>	9	0.474	15	0.469	32	0.071	7	0.333	12	0.375	142	0.00	53	0.028	120	0.004	10	0.833	0.288
<i>B. eracon</i>	5	0.263	6	0.188	12	0.027	1	0.048	5	0.156	88	0.00	20	0.011	56	0.002	9	0.750	0.161
<i>B. ingenuus</i>	5	0.263	4	0.125	14	0.031	2	0.095	4	0.125	64	0.00	27	0.014	44	0.002	8	0.667	0.147
<i>B. lycidas</i>	5	0.263	7	0.219	11	0.024	2	0.095	4	0.125	29	0.00	12	0.006	18	0.001	6	0.500	0.137
<i>Parides alopius</i>	5	0.263	5	0.156	8	0.018	1	0.048	7	0.219	42	0.00	13	0.007	29	0.001	7	0.583	0.144
<i>P. photinus</i>	9	0.474	16	0.500	46	0.102	11	0.524	16	0.500	348	0.01	88	0.046	287	0.010	12	1.000	0.352
<i>P. montezuma</i>	11	0.579	17	0.531	66	0.146	9	0.429	17	0.531	506	0.01	121	0.064	324	0.011	12	1.000	0.367
<i>P. eurymedes</i>	8	0.421	11	0.344	27	0.060	4	0.190	9	0.281	219	0.01	53	0.028	138	0.005	11	0.917	0.250
<i>P. sesostris</i>	5	0.263	6	0.188	17	0.038	3	0.143	3	0.094	111	0.00	34	0.018	78	0.003	12	1.000	0.194
<i>P. panares</i>	6	0.316	7	0.219	15	0.033	4	0.190	5	0.156	72	0.00	27	0.014	56	0.002	10	0.833	0.196
<i>P. erithalion</i>	9	0.474	14	0.438	47	0.104	10	0.476	13	0.406	703	0.02	144	0.076	355	0.012	12	1.000	0.334
<i>P. iphidamas</i>	6	0.316	7	0.219	20	0.044	2	0.095	4	0.125	83	0.00	35	0.018	61	0.002	10	0.833	0.184
<i>Protographium epidaus</i>	10	0.526	16	0.500	69	0.153	7	0.333	18	0.563	396	0.01	125	0.066	354	0.012	9	0.750	0.324
<i>P. philolaus</i>	10	0.526	18	0.563	62	0.137	6	0.286	16	0.500	422	0.01	101	0.053	243	0.009	10	0.833	0.324
<i>P. agesilaus</i>	7	0.368	14	0.438	23	0.051	4	0.190	10	0.313	140	0.00	35	0.018	94	0.003	10	0.833	0.246
<i>P. dioxippus</i>	4	0.211	4	0.125	8	0.018	1	0.048	3	0.094	24	0.00	9	0.005	19	0.001	6	0.500	0.111
<i>P. calliste</i>	7	0.368	6	0.188	11	0.024	4	0.190	5	0.156	73	0.00	15	0.008	47	0.002	8	0.667	0.178
<i>P. thyaestes</i>	5	0.263	9	0.281	18	0.040	3	0.143	6	0.188	100	0.00	27	0.014	58	0.002	9	0.750	0.187
<i>Eurytides salvini</i>	2	0.105	3	0.094	5	0.011	1	0.048	3	0.094	20	0.00	5	0.003	9	0.000	5	0.417	0.086
<i>Protesilaus macrosilaus</i>	7	0.368	9	0.281	22	0.049	6	0.286	10	0.313	163	0.00	34	0.018	85	0.003	10	0.833	0.239
<i>Mimoides thymbraeus</i>	8	0.421	15	0.469	41	0.091	9	0.429	16	0.500	221	0.01	64	0.034	155	0.005	11	0.917	0.319
<i>M. ilus</i>	7	0.368	15	0.469	31	0.069	5	0.238	12	0.375	360	0.01	61	0.032	183	0.006	9	0.750	0.257
<i>M. phaon</i>	10	0.526	11	0.344	31	0.069	4	0.190	11	0.344	325	0.01	67	0.035	243	0.009	10	0.833	0.262
<i>Priamides pharnaces</i>	11	0.579	16	0.500	51	0.113	9	0.429	17	0.531	227	0.01	83	0.044	174	0.006	12	1.000	0.356
<i>P. rogeri</i>	1	0.053	3	0.094	4	0.009	1	0.048	4	0.125	14	0.00	5	0.003	14	0.000	6	0.500	0.092
<i>P. erostratus</i>	10	0.526	10	0.313	22	0.049	2	0.095	12	0.375	74	0.00	28	0.015	60	0.002	11	0.917	0.255
<i>P. anchisiades</i>	10	0.526	13	0.406	43	0.095	6	0.286	13	0.406	334	0.01	78	0.041	214	0.008	11	0.917	0.299
<i>Troilides torquatus</i>	7	0.368	3	0.094	13	0.029	3	0.143	7	0.219	74	0.00	21	0.011	51	0.002	8	0.667	0.170
<i>Calaides ornythion</i>	12	0.632	11	0.344	24	0.053	5	0.238	9	0.281	270	0.01	28	0.015	75	0.003	7	0.583	0.239
<i>C. astyalus</i>	12	0.632	13	0.406	39	0.086	3	0.143	16	0.500	199	0.00	59	0.031	131	0.005	8	0.667	0.275
<i>C. androgeus</i>	10	0.526	12	0.375	29	0.064	6	0.286	13	0.406	146	0.00	49	0.026	102	0.004	8	0.667	0.262
<i>Heraclides thoas</i>	12	0.632	21	0.656	63	0.140	8	0.381	23	0.719	500	0.01	132	0.070	301	0.011	11	0.917	0.393
<i>H. crespontes</i>	14	0.737	23	0.719	91	0.202	8	0.381	25	0.781	438	0.01	146	0.077	296	0.010	11	0.917	0.426
<i>Papilio indra</i>	1	0.053	1	0.031	1	0.002	1	0.048	1	0.031	3	0.00	1	0.001	2	0.000	2	0.167	0.037
<i>P. zelicaon</i>	3	0.158	2	0.063	5	0.011	1	0.048	1	0.031	8	0.00	5	0.003	2	0.000	2	0.167	0.053
<i>P. polyxenes</i>	17	0.895	24	0.750	63	0.140	10	0.476	25	0.781	477	0.01	102	0.054	332	0.012	12	1.000	0.458
<i>Pterourus esperanza</i>	1	0.053	1	0.031	1	0.002	1	0.048	1	0.031	9	0.00	1	0.001	7	0.000	2	0.167	0.037
<i>P. pilumnus</i>	10	0.526	13	0.406	36	0.080	12	0.571	15	0.469	222	0.01	64	0.034	161	0.006	11	0.917	0.335
<i>P. palamedes</i>	3	0.158	2	0.063	4	0.009	1	0.048	2	0.063	36	0.00	11	0.006	20	0.001	8	0.667	0.113
<i>P. glaucus</i>	5	0.263	3	0.094	5	0.011	1	0.048	4	0.125	19	0.00	8	0.004	18	0.001	6	0.500	0.116
<i>P. rutulus</i>	3	0.158	3	0.094	4	0.009	1	0.048	1	0.031	8	0.00	5	0.003	8	0.000	4	0.333	0.075
<i>P. eurymedon</i>	4	0.211	4	0.125	9	0.020	1	0.048	1	0.031	29	0.00	12	0.006	22	0.001	5	0.417	0.095
<i>P. multicaudatus</i>	12	0.632	15	0.469	49	0.109	10	0.476	17	0.531	215	0.01	79	0.042	178	0.006	12	1.000	0.363
<i>Pyrrhosticta garamas</i>	5	0.263	8	0.250	26	0.058	10	0.476	13	0.406	213	0.01	45	0.024	139	0.005	12	1.000	0.276
<i>P. abderus</i>	7	0.368	10	0.313	24	0.053	8	0.381	8	0.250	230	0.01	40	0.021	160	0.006	12	1.000	0.266
<i>P. victorinus</i>	10	0.526	13	0.406	47	0.104	7	0.333	14	0.438	366	0.01	83	0.044	286	0.010	10	0.833	0.300

Nota: La columna Fttotal fue omitida pues las cantidades son tan pequeñas que el redondeo nos da cero en todos los casos

Cuadro III. Frecuencias absolutas y relativas de incidencia para piéridos obtenidos en la literatura. NESPECIE = Nombre de la especie; Veg = tipos de vegetación; Fveg = frecuencia en los diversos tipos de vegetación; cdr = cuadrantes con presencia; Fcdr = frecuencia en los diversos cuadrantes; Loc = localidades en donde se registró; Floc = frecuencia en las diferentes localidades; Edo = estados en donde se registró; Fedo = frecuencia en los diferentes estados; Lon = número de franjas longitudinales en las que se registró la especie; Flon = frecuencia en las diferentes franjas longitudinales; Ind = total de individuos registrados; Find = frecuencia de individuos registrados; mes = número de meses en los que se registró la especie; Fmes = frecuencia de meses con registro; Lat = número de franjas latitudinales en que se registró la especie; Flat = frecuencia en la que se registró la especie en las distintas franjas latitudinales; Reg = número de registros para la especie; Freg = frecuencia relativa de los registros de la especie; Ftotal = frecuencia total (Suma de frecuencias); ÍNDICEabrl = Índice de amplitud biogeográfica para literatura.

NESPECIE	veg	Fveg	cdr	Fcdr	loc	Floc	edo	Fedo	lon	Flon	ind	Find	mes	Fmes	lat	Flat	reg	Freg	ÍNDICEabrl
<i>Pseudopieris nehemia</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	1	0.031	1	0.031	2	0.000	1	0.083	1	0.053	2	0.000	0.030
<i>Enantia lina</i>	1	0.063	8	0.027	9	0.012	5	0.156	5	0.156	16	0.001	3	0.250	6	0.316	16	0.001	0.109
<i>E. albania</i>	2	0.125	16	0.053	29	0.039	5	0.156	6	0.188	43	0.003	6	0.500	6	0.316	41	0.004	0.154
<i>E. jethys</i>	1	0.063	9	0.030	18	0.024	4	0.125	5	0.156	46	0.003	9	0.750	6	0.316	35	0.003	0.163
<i>E. mazai</i>	2	0.125	12	0.040	13	0.017	9	0.281	7	0.219	38	0.003	12	1.000	7	0.368	37	0.003	0.229
<i>Lieinix lala</i>	1	0.063	2	0.007	2	0.003	1	0.031	1	0.031	13	0.001	5	0.417	2	0.105	12	0.001	0.073
<i>L. neblina</i>	1	0.063	2	0.007	4	0.005	1	0.031	2	0.063	8	0.001	4	0.333	1	0.053	8	0.001	0.062
<i>L. nemesis</i>	2	0.125	19	0.063	32	0.043	6	0.188	8	0.250	120	0.009	11	0.917	6	0.316	77	0.007	0.213
<i>Dismorphia amphiona</i>	3	0.188	21	0.070	35	0.047	9	0.281	12	0.375	111	0.008	10	0.833	7	0.368	57	0.005	0.242
<i>D. crisis</i>	2	0.125	5	0.017	6	0.008	3	0.094	4	0.125	51	0.004	5	0.417	4	0.211	30	0.003	0.111
<i>D. eunoe</i>	3	0.188	12	0.040	18	0.024	4	0.125	6	0.188	48	0.003	7	0.583	4	0.211	38	0.004	0.152
<i>D. theucharila</i>	4	0.250	9	0.030	11	0.015	5	0.156	6	0.188	69	0.005	2	0.167	5	0.263	18	0.002	0.119
<i>Colias alexandra</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	1	0.031	1	0.031	1	0.000	1	0.083	1	0.053	1	0.000	0.030
<i>C. eurytheme</i>	5	0.313	34	0.113	50	0.067	19	0.594	13	0.406	224	0.016	12	1.000	11	0.579	104	0.010	0.344
<i>C. philodice</i>	1	0.063	4	0.013	5	0.007	2	0.063	3	0.094	10	0.001	3	0.250	3	0.158	7	0.001	0.072
<i>Zerene cesonia</i>	8	0.500	75	0.250	123	0.165	26	0.813	22	0.688	352	0.025	12	1.000	15	0.789	245	0.023	0.472
<i>Z. eurydice</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	1	0.031	1	0.031	1	0.000	1	0.083	1	0.053	1	0.000	0.030
<i>Anteos clorinde</i>	7	0.438	50	0.167	83	0.111	22	0.688	17	0.531	197	0.014	12	1.000	12	0.632	147	0.014	0.399
<i>A. maerula</i>	8	0.500	55	0.183	88	0.118	21	0.656	17	0.531	199	0.014	12	1.000	12	0.632	168	0.016	0.406
<i>Phoebis agarithe</i>	6	0.375	46	0.153	81	0.108	19	0.594	17	0.531	187	0.013	12	1.000	11	0.579	154	0.014	0.374
<i>P. argante</i>	6	0.375	35	0.117	59	0.079	15	0.469	14	0.438	122	0.009	10	0.833	10	0.526	98	0.009	0.317
<i>P. neocypris</i>	7	0.438	36	0.120	58	0.078	13	0.406	14	0.438	103	0.007	11	0.917	8	0.421	103	0.010	0.315
<i>P. philea</i>	9	0.563	44	0.147	72	0.096	18	0.563	16	0.500	177	0.013	12	1.000	9	0.474	157	0.014	0.374
<i>P. sennae</i>	10	0.625	77	0.257	117	0.157	29	0.906	24	0.750	306	0.022	12	1.000	15	0.789	253	0.023	0.503
<i>Prestonia clarki</i>	1	0.063	2	0.007	5	0.007	2	0.063	2	0.063	45	0.003	2	0.167	2	0.105	18	0.002	0.053
<i>Rhabdodryas trite</i>	2	0.125	22	0.073	40	0.054	10	0.313	8	0.250	68	0.005	9	0.750	8	0.421	67	0.006	0.222
<i>Aphrissa boisduvalii</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	1	0.031	1	0.031	1	0.000	1	0.083	1	0.053	1	0.000	0.030
<i>A. statira</i>	7	0.438	33	0.110	59	0.079	14	0.438	10	0.313	118	0.008	8	0.667	8	0.421	106	0.010	0.276
<i>Abaeis nicippe</i>	8	0.500	65	0.217	94	0.126	25	0.781	21	0.656	234	0.017	12	1.000	17	0.895	156	0.014	0.467
<i>Pyrisitia dina</i>	4	0.250	35	0.117	61	0.082	16	0.500	12	0.375	148	0.011	10	0.833	9	0.474	108	0.010	0.295
<i>P. lisa</i>	6	0.375	32	0.107	50	0.067	11	0.344	11	0.344	114	0.008	12	1.000	12	0.632	97	0.009	0.321
<i>P. nise</i>	5	0.313	48	0.160	81	0.108	18	0.563	17	0.531	222	0.016	12	1.000	12	0.632	165	0.015	0.371
<i>P. proterpia</i>	11	0.688	68	0.227	113	0.151	22	0.688	18	0.563	368	0.026	12	1.000	15	0.789	325	0.030	0.462
<i>Eurema agave</i>	1	0.063	2	0.007	3	0.004	3	0.094	1	0.031	8	0.001	3	0.250	2	0.105	5	0.000	0.062
<i>E. albula</i>	3	0.188	26	0.087	45	0.060	9	0.281	11	0.344	118	0.008	9	0.750	8	0.421	96	0.009	0.239
<i>E. boisduvaliana</i>	4	0.250	48	0.160	85	0.114	22	0.688	20	0.625	194	0.014	12	1.000	12	0.632	142	0.013	0.388
<i>E. दौरa</i>	8	0.500	63	0.210	105	0.141	23	0.719	20	0.625	380	0.027	12	1.000	11	0.579	296	0.027	0.425
<i>E. mexicana</i>	8	0.500	58	0.193	96	0.129	24	0.750	19	0.594	259	0.019	12	1.000	12	0.632	189	0.017	0.426
<i>E. salome</i>	8	0.500	34	0.113	51	0.068	16	0.500	11	0.344	110	0.008	12	1.000	8	0.421	92	0.008	0.329
<i>E. xantochlora</i>	1	0.063	3	0.010	4	0.005	4	0.125	3	0.094	34	0.002	2	0.167	2	0.105	9	0.001	0.064
<i>Nathalis iole</i>	8	0.500	64	0.213	98	0.131	22	0.688	20	0.625	314	0.023	12	1.000	16	0.842	205	0.019	0.449
<i>Kricogonia lyside</i>	3	0.188	33	0.110	53	0.071	19	0.594	14	0.438	103	0.007	9	0.750	11	0.579	71	0.007	0.305
<i>Anthocharis cethura</i>	1	0.063	7	0.023	8	0.011	4	0.125	5	0.156	40	0.003	3	0.250	4	0.211	24	0.002	0.094
<i>A. sara</i>	1	0.063	6	0.020	7	0.009	2	0.063	3	0.094	44	0.003	3	0.250	4	0.211	21	0.002	0.079
<i>Paramidea lanceolata</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	2	0.063	1	0.031	3	0.000	2	0.167	1	0.053	3	0.000	0.042
<i>P. limonea</i>	2	0.125	11	0.037	20	0.027	6	0.188	3	0.094	29	0.002	1	0.083	4	0.211	29	0.003	0.085

Cuadro III. Continuación.

NESPECIE	veg	Fveg	cdr	Fcdr	loc	Floc	edo	Fedo	lon	Flon	ind	Find	mes	Fmes	lat	Flat	reg	Freg	ÍNDICEabrl
<i>Euchloe guaymasensis</i>	1	0.063	1	0.003	1	0.001	1	0.031	1	0.031	5	0.000	1	0.083	1	0.053	5	0.000	0.030
<i>E. hyantis</i>	1	0.063	7	0.023	7	0.009	3	0.094	5	0.156	30	0.002	2	0.167	3	0.158	17	0.002	0.075
<i>Hesperocharis costaricensis</i>	4	0.250	20	0.067	30	0.040	11	0.344	10	0.313	52	0.004	9	0.750	7	0.368	52	0.005	0.238
<i>H. crocea</i>	2	0.125	6	0.020	7	0.009	5	0.156	3	0.094	12	0.001	3	0.250	3	0.158	12	0.001	0.090
<i>H. graphites</i>	3	0.188	12	0.040	15	0.020	10	0.313	5	0.156	29	0.002	4	0.333	6	0.316	24	0.002	0.152
<i>Eucheira socialis</i>	1	0.063	22	0.073	29	0.039	11	0.344	8	0.250	44	0.003	2	0.167	10	0.526	41	0.004	0.163
<i>Neophasia terlooii</i>	1	0.063	6	0.020	6	0.008	6	0.188	5	0.156	9	0.001	2	0.167	4	0.211	9	0.001	0.090
<i>Archonias brassolis</i>	2	0.125	12	0.040	14	0.019	6	0.188	7	0.219	23	0.002	2	0.167	4	0.211	21	0.002	0.108
<i>Charonias theano</i>	1	0.063	6	0.020	6	0.008	4	0.125	5	0.156	9	0.001	1	0.083	4	0.211	9	0.001	0.074
<i>Catantacta flisa</i>	2	0.125	22	0.073	35	0.047	10	0.313	10	0.313	67	0.005	9	0.750	8	0.421	54	0.005	0.228
<i>C. nimbece</i>	7	0.438	45	0.150	64	0.086	19	0.594	10	0.313	186	0.013	12	1.000	10	0.526	147	0.014	0.348
<i>C. ochracea</i>	1	0.063	3	0.010	3	0.004	2	0.063	2	0.063	4	0.000	1	0.083	3	0.158	4	0.000	0.049
<i>C. teutila</i>	4	0.250	16	0.053	26	0.035	11	0.344	7	0.219	66	0.005	12	1.000	6	0.316	61	0.006	0.247
<i>Pereute charops</i>	4	0.250	15	0.050	27	0.036	10	0.313	9	0.281	90	0.006	9	0.750	7	0.368	69	0.006	0.229
<i>Melete lycimnia</i>	3	0.188	28	0.093	46	0.062	15	0.469	12	0.375	83	0.006	7	0.583	8	0.421	62	0.006	0.245
<i>M. polyhymnia</i>	1	0.063	3	0.010	4	0.005	2	0.063	3	0.094	10	0.001	5	0.417	2	0.105	9	0.001	0.084
<i>Glutophrissa drusilla</i>	7	0.438	44	0.147	71	0.095	19	0.594	15	0.469	117	0.008	10	0.833	13	0.684	96	0.009	0.364
<i>Pieris rapae</i>	2	0.125	15	0.050	22	0.029	10	0.313	9	0.281	66	0.005	12	1.000	9	0.474	52	0.005	0.253
<i>Pontia beckeri</i>	1	0.063	5	0.017	6	0.008	2	0.063	3	0.094	14	0.001	6	0.500	4	0.211	12	0.001	0.106
<i>P. protodice</i>	8	0.500	56	0.187	91	0.122	20	0.625	16	0.500	203	0.015	12	1.000	14	0.737	168	0.016	0.411
<i>P. sisymbrii</i>	1	0.063	3	0.010	3	0.004	2	0.063	3	0.094	5	0.000	2	0.167	3	0.158	5	0.000	0.062
<i>Leptophrissa aripa</i>	8	0.500	42	0.140	69	0.092	16	0.500	12	0.375	175	0.013	12	1.000	10	0.526	164	0.015	0.351
<i>Itaballia demophile</i>	1	0.063	21	0.070	34	0.046	8	0.250	8	0.250	62	0.004	7	0.583	8	0.421	47	0.004	0.188
<i>I. pandosia</i>	2	0.125	8	0.027	10	0.013	4	0.125	5	0.156	35	0.003	2	0.167	4	0.211	14	0.001	0.092
<i>Pieriballia viardi</i>	4	0.250	30	0.100	48	0.064	10	0.313	12	0.375	95	0.007	10	0.833	9	0.474	72	0.007	0.269
<i>Perrhybris pamela</i>	1	0.063	5	0.017	7	0.009	1	0.031	3	0.094	36	0.003	6	0.500	2	0.105	26	0.002	0.092
<i>Ascia monuste</i>	7	0.438	72	0.240	116	0.155	22	0.688	23	0.719	281	0.020	11	0.917	18	0.947	241	0.022	0.461
<i>Ganyra howarthi</i>	2	0.125	14	0.047	15	0.020	4	0.125	8	0.250	22	0.002	9	0.750	8	0.421	22	0.002	0.193
<i>G. josephina</i>	4	0.250	33	0.110	50	0.067	16	0.500	13	0.406	60	0.004	9	0.750	10	0.526	60	0.006	0.291
<i>G. phaloe</i>	1	0.063	7	0.023	9	0.012	5	0.156	5	0.156	11	0.001	2	0.167	5	0.263	11	0.001	0.094

Nota: La columna Ftotal fue omitida pues las cantidades son tan pequeñas que el redondeo nos da cero en todos los casos

tres especies de papiliónidos tuvieron valores mayores que 0.4, y casi la mitad de las especies tuvieron valores por debajo de 0.25, lo que pone de manifiesto el carácter 'endémico' del grupo (Cuadro V). Para este grupo, los valores más frecuentes del índice se encontraron entre 0.1 y 0.19 en colecciones, y entre 0.2 y 0.29 en literatura. La mediana se ubica en 0.25 y 0.23 el 50% de los valores del índice ABR_C y ABR_L , respectivamente (Oñate-Ocaña y Llorente, en prep.). En el caso de los piéridos, los valores calculados del índice ABR cayeron en el intervalo entre 0 y 0.59 (Cuadros III y IV), con una media de 0.262 para datos de colecciones y 0.210 para los bibliográficos. Aunque el valor de la media del índice ABR en este grupo es ligeramente superior que 0.25, lo cual también refleja el marcado endemismo de los miembros de esta familia. La moda resultó entre 0.01 y 0.09, mientras que la mediana indica que el 50% de los datos cae en 0.2633

y 0.2218 para piéridos. La dispersión de estos datos es de 40% (Oñate-Ocaña y Llorente, en prep.).

Predicción de la presencia de una especie: Dos ejemplos de mariposas

Los valores del índice ABR para *Battus philenor* fueron 0.476 y 0.482 para colecciones y literatura, respectivamente. La especie ha sido registrada en una amplia variedad de tipos de vegetación, aunque es más frecuente en el límite con el bosque mesófilo de montaña y en el bosque de *Quercus*. Además, esta especie ha sido recolectada en altitudes que van desde nivel del mar hasta 2700 m, con frecuencias muy similares a menos de 1000 m, entre 1000 y 2000, y más de 2000 m. El 70% de los datos sobre esta especie se concentran entre las latitudes de 18 y 23° N,

Cuadro IV. Frecuencias absolutas y relativas de incidencia para piéridos obtenidos en colecciones. NESPECIE = Nombre de la especie; Veg = tipos de vegetación; Fveg = frecuencia en los diversos tipos de vegetación; cdr = cuadrantes con presencia; Fcdr = frecuencia en los diversos cuadrantes; Loc = localidades en donde se registró; Floc = frecuencia en las diferentes localidades; Edo = estados en donde se registró; Fedo = frecuencia en los diferentes estados; Lon = número de franjas longitudinales en las que se registró la especie; Flon = frecuencia en las diferentes franjas longitudinales; Ind = total de individuos registrados; Find = frecuencia de individuos registrados; mes = número de meses en los que se registró la especie; Fmes = frecuencia de meses con registro; Lat = número de franjas latitudinales en que se registró la especie; Flat = frecuencia en la que se registró la especie en las distintas franjas latitudinales; Reg = número de registros para la especie; Freg = frecuencia relativa de los registros de la especie; Ftotal = frecuencia total (Suma de frecuencias); ÍNDICEabrC = Índice de amplitud biogeográfica para colecciones.

NESPECIE	lat	Flat	lon	Flong	cdr	Fcdr	veg	Fveg	edo	Fedo	ind	Find	loc	Floc	reg	Freg	mes	Fmes	ÍNDICEabrC
<i>Enantia lina</i>	6	0.316	4	0.125	10	0.022	1	0.048	4	0.125	98	0.002	15	0.008	36	0.001	7	0.583	0.137
<i>E. albania</i>	10	0.526	12	0.375	26	0.058	3	0.143	7	0.219	478	0.012	53	0.028	278	0.010	12	1.000	0.263
<i>E. jethys</i>	8	0.421	8	0.250	18	0.040	3	0.143	5	0.156	681	0.017	34	0.018	657	0.023	12	1.000	0.230
<i>E. mazai</i>	7	0.368	13	0.406	31	0.069	7	0.333	12	0.375	834	0.020	64	0.034	718	0.025	12	1.000	0.292
<i>Leinix lala</i>	1	0.053	1	0.031	1	0.002	1	0.048	1	0.031	1	0.000	1	0.001	1	0.000	1	0.083	0.028
<i>L. neblina</i>	1	0.053	1	0.031	1	0.002	1	0.048	1	0.031	7	0.000	1	0.001	7	0.000	4	0.333	0.055
<i>L. nemesis</i>	7	0.368	9	0.281	27	0.060	7	0.333	6	0.188	672	0.016	50	0.026	447	0.016	12	1.000	0.254
<i>Dismorphia amphiona</i>	9	0.474	12	0.375	36	0.080	8	0.381	11	0.344	535	0.013	86	0.045	380	0.013	12	1.000	0.303
<i>D. crisia</i>	5	0.263	6	0.188	9	0.020	2	0.095	3	0.094	141	0.003	13	0.007	70	0.002	10	0.833	0.167
<i>D. eunoe</i>	4	0.211	5	0.156	10	0.022	2	0.095	3	0.094	45	0.001	13	0.007	32	0.001	8	0.667	0.139
<i>D. theucharila</i>	6	0.316	6	0.188	14	0.031	3	0.143	5	0.156	175	0.004	30	0.016	122	0.004	11	0.917	0.197
<i>Colias alexandra</i>	7	0.368	5	0.156	20	0.044	1	0.048	2	0.063	195	0.005	48	0.025	127	0.004	8	0.667	0.153
<i>C. eurytheme</i>	17	0.895	23	0.719	85	0.188	11	0.524	22	0.688	509	0.012	135	0.071	387	0.014	12	1.000	0.457
<i>C. philodice</i>	5	0.263	5	0.156	8	0.018	2	0.095	4	0.125	18	0.000	11	0.006	17	0.001	5	0.417	0.120
<i>Zerene cesonia</i>	19	1.000	29	0.906	171	0.379	15	0.714	28	0.875	1086	0.027	331	0.174	826	0.029	12	1.000	0.567
<i>Z. eurydice</i>	2	0.105	3	0.094	3	0.007	1	0.048	1	0.031	3	0.000	3	0.002	3	0.000	3	0.250	0.060
<i>Anteos clorinde</i>	15	0.789	24	0.750	96	0.213	12	0.571	24	0.750	927	0.023	195	0.103	528	0.019	12	1.000	0.469
<i>A. maerula</i>	15	0.789	24	0.750	95	0.211	10	0.476	23	0.719	584	0.014	164	0.086	374	0.013	12	1.000	0.451
<i>Phoebis agarithe</i>	17	0.895	27	0.844	130	0.288	8	0.381	26	0.813	1061	0.026	268	0.141	667	0.023	12	1.000	0.490
<i>P. argante</i>	12	0.632	18	0.563	66	0.146	12	0.571	20	0.625	602	0.015	127	0.067	443	0.016	12	1.000	0.404
<i>P. neocypris</i>	9	0.474	16	0.500	42	0.093	12	0.571	16	0.500	483	0.012	93	0.049	414	0.015	12	1.000	0.357
<i>P. philea</i>	12	0.632	22	0.688	81	0.180	13	0.619	23	0.719	663	0.016	159	0.084	455	0.016	12	1.000	0.439
<i>P. sennae</i>	18	0.947	27	0.844	158	0.350	13	0.619	27	0.844	1399	0.034	335	0.177	941	0.033	12	1.000	0.539
<i>Prestonia clarki</i>	2	0.105	3	0.094	3	0.007	1	0.048	2	0.063	18	0.000	6	0.003	9	0.000	4	0.333	0.073
<i>Rhabdodryas trite</i>	9	0.474	15	0.469	34	0.075	4	0.190	14	0.438	301	0.007	50	0.026	202	0.007	11	0.917	0.289
<i>Aphrissa statira</i>	11	0.579	17	0.531	62	0.137	8	0.381	20	0.625	422	0.010	115	0.061	295	0.010	12	1.000	0.371
<i>Abaeis nicippe</i>	18	0.947	27	0.844	137	0.304	14	0.667	27	0.844	531	0.013	205	0.108	384	0.014	12	1.000	0.527
<i>Pyrisitia dina</i>	12	0.632	22	0.688	80	0.177	11	0.524	22	0.688	674	0.017	155	0.082	545	0.019	12	1.000	0.425
<i>P. lisa</i>	14	0.737	21	0.656	64	0.142	6	0.286	20	0.625	211	0.005	86	0.045	143	0.005	12	1.000	0.389
<i>P. nise</i>	15	0.789	29	0.906	128	0.284	13	0.619	26	0.813	1322	0.032	285	0.150	1015	0.036	12	1.000	0.514
<i>P. proterpia</i>	17	0.895	26	0.813	130	0.288	13	0.619	25	0.781	1409	0.035	312	0.164	1045	0.037	12	1.000	0.515
<i>Eurema agave</i>	2	0.105	3	0.094	3	0.007	1	0.048	2	0.063	17	0.000	5	0.003	8	0.000	3	0.250	0.063
<i>E. albula</i>	10	0.526	16	0.500	44	0.098	6	0.286	16	0.500	569	0.014	96	0.051	386	0.014	12	1.000	0.332
<i>E. boisduvaliana</i>	15	0.789	24	0.750	99	0.220	11	0.524	23	0.719	1023	0.025	219	0.115	711	0.025	12	1.000	0.463
<i>E. daira</i>	16	0.842	25	0.781	155	0.344	14	0.667	25	0.781	2013	0.049	374	0.197	1185	0.042	12	1.000	0.523
<i>E. mexicana</i>	17	0.895	26	0.813	127	0.282	14	0.667	26	0.813	965	0.024	271	0.143	777	0.027	12	1.000	0.518
<i>E. salome</i>	9	0.474	16	0.500	57	0.126	14	0.667	18	0.563	605	0.015	133	0.070	530	0.019	12	1.000	0.381
<i>E. xanthochlora</i>	4	0.211	7	0.219	12	0.027	3	0.143	4	0.125	67	0.002	26	0.014	56	0.002	10	0.833	0.175
<i>Nathalis iole</i>	18	0.947	25	0.781	157	0.348	14	0.667	27	0.844	761	0.019	279	0.147	557	0.020	12	1.000	0.530
<i>Kricogonia lyside</i>	17	0.895	24	0.750	96	0.213	5	0.238	22	0.688	398	0.010	139	0.073	249	0.009	12	1.000	0.431
<i>Anthocharis cethura</i>	5	0.263	6	0.188	14	0.031	1	0.048	2	0.063	65	0.002	19	0.010	30	0.001	3	0.250	0.095
<i>A. sara</i>	6	0.316	7	0.219	19	0.042	1	0.048	4	0.125	196	0.005	44	0.023	107	0.004	6	0.500	0.142
<i>Paramidea lanceolata</i>	2	0.105	3	0.094	5	0.011	1	0.048	1	0.031	18	0.000	6	0.003	14	0.000	4	0.333	0.070
<i>P. limonea</i>	2	0.105	3	0.094	5	0.011	1	0.048	5	0.156	55	0.001	6	0.003	32	0.001	5	0.417	0.093
<i>Euclioe hyantis</i>	2	0.105	3	0.094	7	0.016	1	0.048	2	0.063	47	0.001	10	0.005	14	0.000	3	0.250	0.065
<i>Hesperocharis costaricensis</i>	10	0.526	12	0.375	29	0.064	10	0.476	12	0.375	266	0.007	52	0.027	202	0.007	12	1.000	0.318
<i>H. crocea</i>	6	0.316	10	0.313	15	0.033	3	0.143	7	0.219	100	0.002	21	0.011	68	0.002	8	0.667	0.190
<i>H. graphites</i>	5	0.263	9	0.281	22	0.049	6	0.286	10	0.313	234	0.006	38	0.020	185	0.007	12	1.000	0.247
<i>Euclioe socialis</i>	5	0.263	6	0.188	9	0.020	1	0.048	7	0.219	109	0.003	12	0.006	65	0.002	7	0.583	0.148
<i>Neophasia terlooii</i>	4	0.211	3	0.094	5	0.011	2	0.095	4	0.125	26	0.001	6	0.003	12	0.000	4	0.333	0.097
<i>Archonias brassolis</i>	4	0.211	5	0.156	12	0.027	4	0.190	3	0.094	106	0.003	21	0.011	69	0.002	11	0.917	0.179

Cuadro IV. Continuación.

NESPECIE	lat	Flat	lon	Flong	cdr	Fcdr	ve ^g	Fveg	ed ^o	Fedo	ind	Find	loc	Floc	reg	Freg	mes	Fmes	ÍNDICEabrC
<i>Charonias theano</i>	5	0.263	3	0.094	8	0.018	1	0.048	3	0.094	37	0.001	13	0.007	28	0.001	10	0.833	0.151
<i>Catasticta flisa</i>	8	0.421	10	0.313	34	0.075	8	0.381	12	0.375	529	0.013	77	0.041	473	0.017	12	1.000	0.293
<i>C. flisella</i>	2	0.105	2	0.063	4	0.009	1	0.048	3	0.094	29	0.001	5	0.003	29	0.001	6	0.500	0.091
<i>Catasticta</i> sp1.	2	0.105	3	0.094	3	0.007	2	0.095	2	0.063	29	0.001	3	0.002	29	0.001	3	0.250	0.069
<i>C. nimbice</i>	10	0.526	12	0.375	52	0.115	14	0.667	16	0.500	884	0.022	100	0.053	819	0.029	12	1.000	0.365
<i>C. ochracea</i>	3	0.158	4	0.125	9	0.020	3	0.143	2	0.063	95	0.002	21	0.011	91	0.003	10	0.833	0.151
<i>C. teutila</i>	6	0.316	9	0.281	23	0.051	12	0.571	10	0.313	481	0.012	56	0.030	461	0.016	12	1.000	0.288
<i>Pereute charops</i>	8	0.421	14	0.438	32	0.071	7	0.333	11	0.344	499	0.012	63	0.033	331	0.012	12	1.000	0.296
<i>Melete lycimnia</i>	10	0.526	14	0.438	50	0.111	5	0.238	14	0.438	349	0.009	82	0.043	241	0.008	12	1.000	0.312
<i>M. polyhymnia</i>	1	0.053	1	0.031	1	0.002	1	0.048	1	0.031	1	0.000	1	0.001	1	0.000	1	0.083	0.028
<i>Glutophrissa drusilla</i>	11	0.579	19	0.594	71	0.157	9	0.429	21	0.656	500	0.012	127	0.067	296	0.010	12	1.000	0.389
<i>Pieris rapae</i>	8	0.421	10	0.313	18	0.040	3	0.143	9	0.281	77	0.002	26	0.014	49	0.002	11	0.917	0.237
<i>Pontia beckeri</i>	4	0.211	2	0.063	5	0.011	1	0.048	2	0.063	14	0.000	7	0.004	12	0.000	6	0.500	0.100
<i>P. protodice</i>	17	0.895	24	0.750	103	0.228	12	0.571	25	0.781	529	0.013	161	0.085	267	0.009	12	1.000	0.481
<i>P. sisymbrii</i>	2	0.105	3	0.094	5	0.011	1	0.048	2	0.063	19	0.000	6	0.003	10	0.000	3	0.250	0.064
<i>Leptophobia aripa</i>	12	0.632	13	0.406	57	0.126	15	0.714	18	0.563	556	0.014	119	0.063	485	0.017	12	1.000	0.393
<i>Itaballia demophile</i>	9	0.474	9	0.281	21	0.047	4	0.190	6	0.188	184	0.005	36	0.019	127	0.004	11	0.917	0.236
<i>I. pandosia</i>	5	0.263	5	0.156	9	0.020	2	0.095	4	0.125	67	0.002	16	0.008	45	0.002	8	0.667	0.149
<i>Pieriballia viardi</i>	9	0.474	17	0.531	51	0.113	6	0.286	15	0.469	549	0.013	114	0.060	369	0.013	12	1.000	0.329
<i>Perrhybris pamela</i>	3	0.158	3	0.094	4	0.009	1	0.048	2	0.063	6	0.000	4	0.002	6	0.000	2	0.167	0.060
<i>Ascia monuste</i>	16	0.842	28	0.875	142	0.315	8	0.381	22	0.688	1089	0.027	270	0.142	658	0.023	12	1.000	0.477
<i>Ganyra howarthi</i>	10	0.526	8	0.250	38	0.084	1	0.048	4	0.125	226	0.006	67	0.035	130	0.005	11	0.917	0.222
<i>G. josephina</i>	13	0.684	22	0.688	71	0.157	7	0.333	18	0.563	458	0.011	107	0.056	277	0.010	12	1.000	0.389
<i>G. phaloe</i>	2	0.105	2	0.063	2	0.004	3	0.143	2	0.063	35	0.001	4	0.002	18	0.001	8	0.667	0.116

Nota: La columna Ftotal fue omitida pues las cantidades son tan pequeñas que el redondeo nos da cero en todos los casos

pero es la latitud 19° N donde se ha registrado la especie con mayor frecuencia (20%). Respecto a la longitud, 30% de los registros se concentran entre 99 y 100° de longitud oeste. En las figuras 1 y 2 se aprecia la incidencia de registros de *Battus philenor* en los tipos de vegetación e intervalos de altitud.

Battus philenor es una especie de distribución amplia, cuya probabilidad de encontrarse en muchos sitios del país es alta; sin embargo, la concentración de 70% de los datos entre las latitudes arriba mencionadas produce un aumento de probabilidad de presencia en esa franja latitudinal. Al añadir al cálculo de esta probabilidad el tipo de vegetación, la probabilidad de presencia en los sitios con bosque mesófilo de montaña y bosque de *Quercus*, en especial en sitios perturbados se incrementa. La concentración de los datos por celda, por el contrario, es muy diversa. *Battus philenor* se encuentra en 148 cuadrantes, es decir, 18% de las celdas, del tamaño aquí considerado, que cubren todo el territorio mexicano, y 30% de las celdas que tienen registro. Con esta información es posible predecir que la mayor probabilidad de presencia de esta especie corresponde a áreas ubicadas entre 18 y 23° de latitud N y 99 y 100° de longitud W, cuya cobertura vegetal sea un bosque mesófilo de montaña o un bosque de *Quer-*

cus (Figs. 9 y 10). Parecería obvio que esto restringe las posibilidades de predicción por la dependencia de la frecuencia y a su vez de los síndromes de recolección, pero esto sólo es el inicio de las predicciones.

En contraste con esta especie, *Baronia brevicornis* presenta una distribución restringida. El índice ABR produjo valores de 0.154 y 0.151 para colecciones y literatura, respectivamente. El 92% de los registros se concentra en bosque tropical caducifolio, entre 500 y 1150 m. La gran mayoría (93%) de los datos se registró en sitios con temperatura media anual de entre 23 y 27°C, y con precipitación entre 800 y 1200 mm. El 70% de los registros incidió en las franjas latitudinales de 17 y 18° N, y 98 y 99° longitud W. La concentración mayor de los registros se ubica en las celdas acotadas entre 17.5 y 19° latitud N y 98 a 100° longitud W; es allí donde se encuentra la probabilidad más alta de encontrar un ejemplar de la especie, en localidades que tienen como tipo de vegetación el bosque tropical caducifolio, y más específicamente, en donde existen 'cubateras' (comunidades de *Aca-cia cochliacanta*, Leguminosae), que es la planta de alimentación de la larva.

Las figuras 3-6 muestran la incidencia de registros de *Baronia brevicornis* en los tipos de vegetación, in-

Cuadro V. Índices ABR_c y ABR_L para papilionidos. $ABRCOLE_c$ = Índice de amplitud biogeográfica para colecciones; ABR_L = Índice de amplitud biogeográfica para literatura.

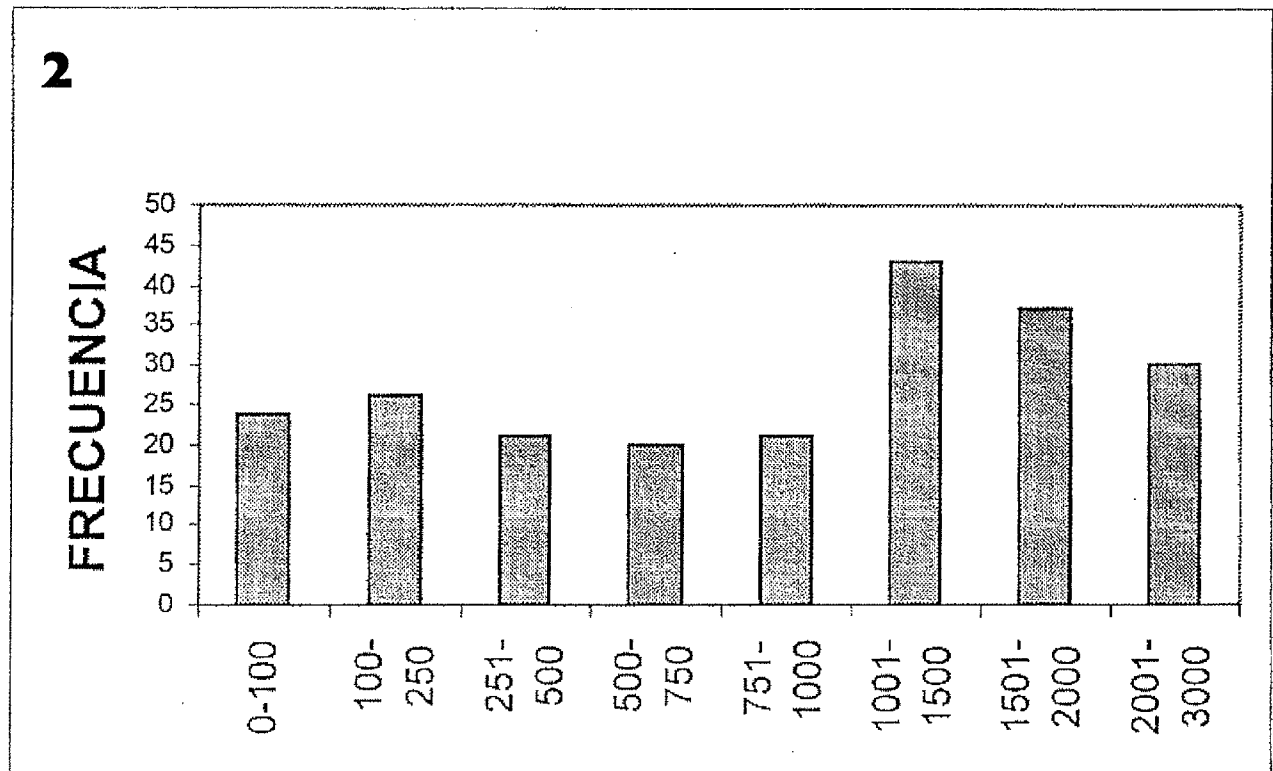
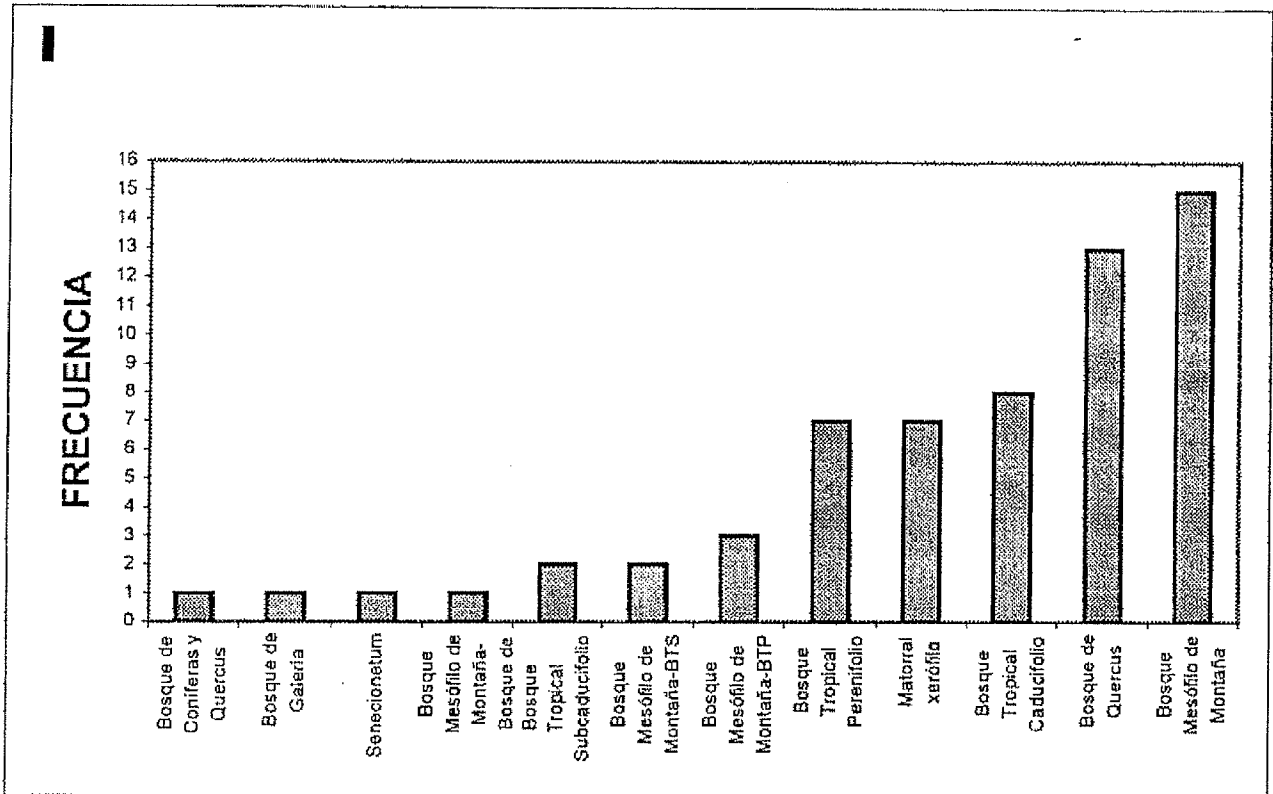
NESPECIE	ABRCOLEC	ABRL
<i>Battus philenor</i>	0.476	0.482
<i>Papilio polyxenes</i>	0.458	0.494
<i>Heracles cressphontes</i>	0.426	0.465
<i>Heracles thoas</i>	0.393	0.397
<i>Parides montezuma</i>	0.367	0.395
<i>Pterourus multicaudatus</i>	0.363	0.392
<i>Battus polydamas</i>	0.361	0.423
<i>Priamides pharnaces</i>	0.356	0.338
<i>Parides photinus</i>	0.352	0.368
<i>Pterourus pilumnus</i>	0.335	0.301
<i>Parides erithalion</i>	0.334	0.336
<i>Protographium philolaus</i>	0.324	0.369
<i>Protographium epidaus</i>	0.324	0.351
<i>Mimoides thymbraeus</i>	0.319	0.325
<i>Pyrrhosticta victorinus</i>	0.300	0.351
<i>Priamides anchisiades</i>	0.299	0.331
<i>Battus laodamas</i>	0.288	0.265
<i>Pyrrhosticta garamas</i>	0.276	0.267
<i>Calides astyalus</i>	0.275	0.275
<i>Pyrrhosticta abderus</i>	0.266	0.270
<i>Mimoides phaon</i>	0.262	0.256
<i>Calides androgeus</i>	0.262	0.281
<i>Mimoides ilus</i>	0.257	0.265
<i>Priamides erostratus</i>	0.255	0.263
<i>Parides eurymedes</i>	0.250	0.217
<i>Protographium agesilaus</i>	0.246	0.215
<i>Calides ornythion</i>	0.239	0.234
<i>Protesilaus macrosilaus</i>	0.239	0.190
<i>Parides panares</i>	0.196	0.164
<i>Parides sesostris</i>	0.194	0.149
<i>Protographium thyastes</i>	0.187	0.169
<i>Parides iphidamas</i>	0.184	0.230
<i>Protographium calliste</i>	0.178	0.167
<i>Troilides torquatus</i>	0.170	0.182
<i>Battus eracon</i>	0.161	0.140
<i>Baronia brevicornis</i>	0.154	0.151
<i>Battus ingenuus</i>	0.147	0.127
<i>Parides alopius</i>	0.144	0.210
<i>Battus lycidas</i>	0.137	0.101
<i>Pterourus glaucus</i>	0.116	0.138
<i>Pterourus palamedes</i>	0.113	0.079
<i>Protographium dioxippus</i>	0.111	0.061
<i>Pterourus eurymedon</i>	0.095	0.040
<i>Priamides rogeri</i>	0.092	0.042
<i>Eurytides salvini</i>	0.086	0.072
<i>Pterourus rutulus</i>	0.075	0.033
<i>Papilio zelicaon</i>	0.053	0.030
<i>Pterourus esperanza</i>	0.037	0.048
<i>Papilio indra</i>	0.037	0.042
<i>Papilio macheon</i>	0.000	0.033
<i>Parides childreana</i>	0.000	0.030
<i>Protographium marcellus</i>	0.000	0.030

tervalos de temperatura, precipitación y altitud, y las figuras 7 y 8 indican las localidades de recolecta de *Baronia brevicornis* y los cuadrantes con mayor probabilidad de presencia de la especie, respectivamente.

Discusión

El procedimiento en el que se basa el índice depende de la descripción de las observaciones, es decir, los datos de la base, y se basa en la búsqueda de generalizaciones y deducciones a partir de ellas. Las bases de datos de zonas de alta diversidad biológica como México contienen registros imprecisos, heterogéneos y de pocas localidades bien estudiadas (Llorente *et al.*, 1994; Soberón *et al.*, 2000; Hortal y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003). El sesgo en la obtención de los datos y la exploración de las localidades, además del efecto carretera y la variabilidad de frecuencia de recolectas, dificulta la aplicación de métodos como los modelos aditivos generalizados o GAMs (Ray *et al.*, 2002), con algoritmos simples (Ojeda *et al.*, 2003) o con reglas bayesianas (Fleishman *et al.*, 2003), o el uso de sistemas de información geográfica combinados con algoritmos como el GAP, BIOCLIM, BIOM, GARP (Henning *et al.*, 2003; Navarro *et al.*, 2003a,b; Peterson y Robins, 2003; Peterson y Kluza, 2003). Esto se debe a que estos métodos pueden requerir de bases de datos mejores y más completas y que se desprendan de inventarios homogéneos (Oñate-Ocaña *et al.*, 2000; Soberón *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Hortal y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003). Además, otro factor crítico es que la falta de homogeneidad en los datos y la atribución de ausencias por falta de recolectas conduce a la generación de estimaciones imprecisas (Hortal y Lobo, 2002).

Pocos estudios comparan la efectividad de los resultados generados por los modelos predictivos, y no han logrado encontrar diferencias significativas para establecer su confiabilidad (Hortal y Lobo, 2002). Los modelos que buscan encontrar las relaciones causales de la distribución deben optar por técnicas capaces de estimar el porcentaje de variación de cada variable explicativa sin la intervención de las restantes (MacNally, 2000; Hortal y Lobo, 2002). El uso de modelos en los que no se trata de estimar la relación causal, sino sólo de extrapolar la distribución espa-

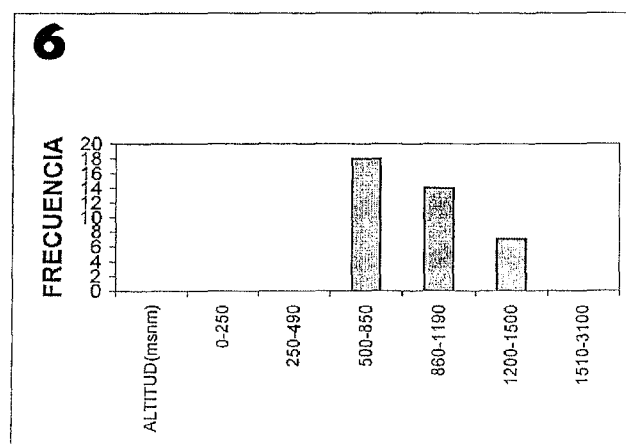
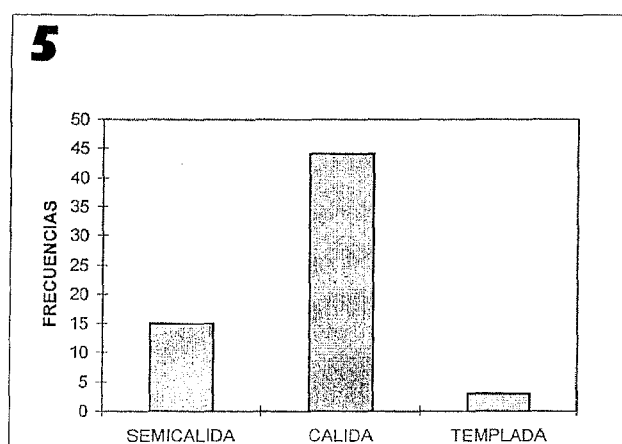
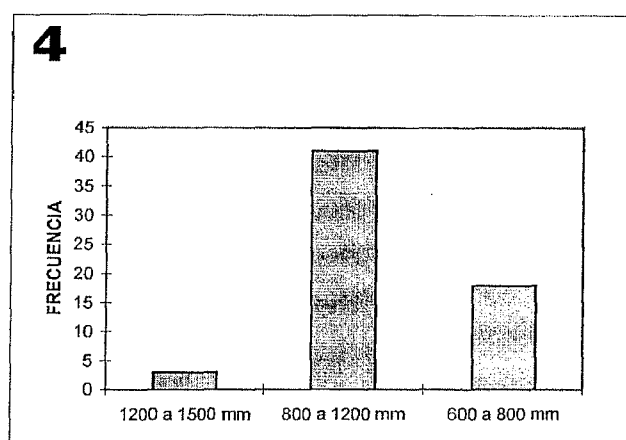
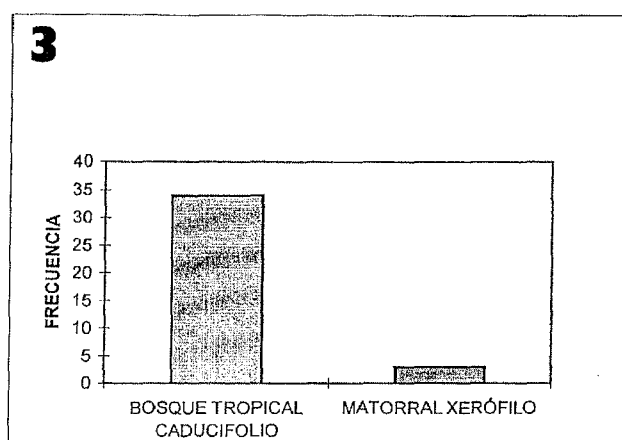


Figs. 1-2. Incidencia de registros de *Battus philenor*. 1, Tipos de vegetación; 2, intervalos de altitud.

cial con los datos conocidos sí es posible (Hortal y Lobo, 2002). Por tanto, el uso de un método empírico y analítico que pondera la frecuencia es válido a pesar del sesgo en el muestreo, ya que pondera la incidencia, lo que permite describir sistemática y empíricamente lo que ha ocurrido en el conocimiento de estas dos familias de mariposas en México. Su objetividad radica en las reglas empíricas obtenidas al considerar la información acumulada hasta ahora: la frecuencia de observaciones, esto es, nuestra disponibilidad de hechos.

El índice propuesto refleja la extensión geográfica relativa que registra una especie dada. Cada frecuencia se expresa en términos de la proporción del número total de especies y de individuos. Una característica importante del procedimiento es que estas proporciones se actualizan automáticamente al incrementarse el conocimiento del grupo. Además, para

que la proporción sea útil, se consideran como probabilidades, y por ello los valores del índice fluctúan entre 0 y 1. También cabe destacar que la probabilidad de que una especie esté presente es independiente de la presencia de otra. El índice compara a todas las especies; pero considera condiciones particulares en las que se ha hallado cada una. Esto facilita que las predicciones hechas para las especies mejor conocidas no se vean sesgadas por el desconocimiento de otras. Por el contrario, las especies poco conocidas presentan un índice notoriamente más sesgado que las mejor conocidas. Por otro lado, el índice ABR de las especies de amplia distribución se incrementa cuando éstas han sido encontradas en varias localidades distantes, aun cuando existan regiones amplias sin recolectar y a pesar que los muestreos son irregulares.



Figs. 3-6. Incidencia de registros de *Baronia brevicornis*. 3, Tipos de vegetación; 4, intervalos de precipitación; 5, frecuencias de temperatura; 6, intervalos de altitud.

Las especies con distribuciones más extendidas, presentes en cualquier tipo de vegetación, tendrán los valores más cercanos a la unidad, mientras que las especies con distribuciones restringidas, con presencia en un tipo de vegetación, resultarán con valores bajos. Los valores de cero indican que una especie no existe; las especies con índice ABR de cero calculado en colecciones representan los casos en los que no tenemos ejemplares, aunque estos taxones hayan sido citados en la literatura.

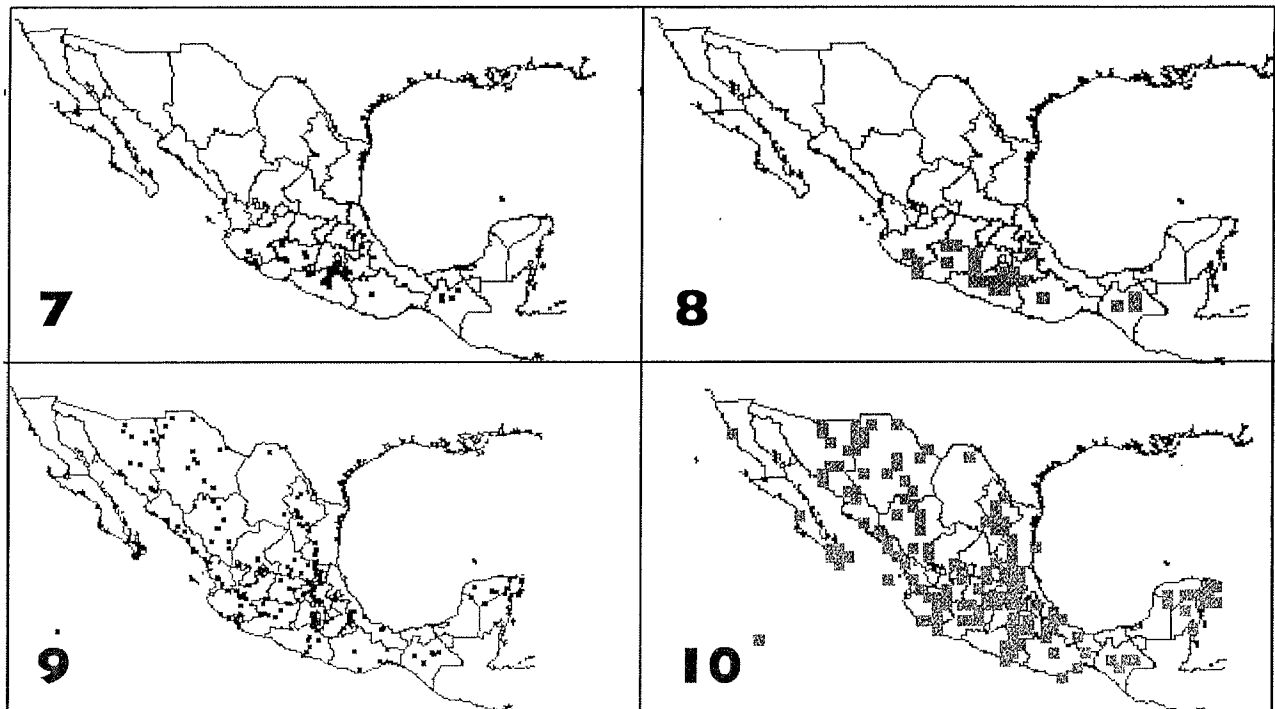
En contraste, otros modelos predictivos usan registros con numerosos datos de presencia, y por esta razón sólo pueden funcionar para especies que tienen distribuciones geográficas relativamente amplias. En consecuencia, son prácticamente inaplicables para el caso de especies con distribuciones restringidas (Siqueira y Peterson, 2003). En el caso de las especies de píeridos y papiliónidos que fueron analizados aquí, muy pocas exhiben una distribución amplia, por lo que el uso de estas estimaciones para ellas resulta muy inconveniente.

Además, la aplicación de dichos modelos se ha basado en inventarios homogéneos y completos,

cuentan con herramientas de alta resolución y se basan en suposiciones de nicho, bioclima u otros de cómo responden las especies a los factores ambientales. La propuesta presentada aquí, por el contrario, se basa en la frecuencia de datos heterogéneos y en las características de los datos obtenidos de colecciones y de la revisión de la literatura, aplicándose en inventarios pobres con datos poco homogéneos, con localidades insuficientemente muestreadas y especies o áreas con distinta intensidad de recolecta.

Por otro lado, los modelos de regresión generan resultados viciados por la dificultad de identificar la variable causal, ya que las variables se interrelacionan (Hortal y Lobo, 2002; MacNally, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003). La aplicación de los modelos predictivos en datos incompletos generan resultados falseados y por tanto poco confiables (Oñate-Ocaña *et al.*, 2000; Soberón *et al.*, 2000; Hortal y Lobo, 2002; Martín-Piera y Lobo, 2003).

Entre otras ventajas, la aplicación del índice ABR cuantifica la amplitud biogeográfica del grupo y de cada especie, ya que está fuertemente ligado con la frecuencia de la presencia en los cuadrantes geográ-



Figs. 7-10. *Baronia brevicornis*: 7, localidades de recolecta; 8, distribución potencial. *Battus philenor*: 9, localidades de recolecta; 10, distribución potencial.

ficos y en la franja de latitud y longitud de recolecta. El índice además no presupone modelos de compatibilidad del hábitat que podrían sesgarse por el efecto de la escala, especialmente al usar mapas de tipo de vegetación que pueden resultar poco precisos y en otras escalas. El índice ABR es sumamente sensible a la distancia entre el punto de recolecta y las coordenadas predichas. También es sensible a la frecuencia del tipo de vegetación, lo que puede compararse con los resultados de otros modelos predictivos (Oñate-Ocaña y Alonso, en prep.). Por estas razones, en él se pueden identificar dos componentes básicos: uno geográfico (relacionado con las distancias) y otro ecológico (relacionado con los hábitats representados por los tipos de vegetación). Por ello, habrá que considerar en el futuro la pertinencia de reconocerlo más bien como un índice de amplitud ecogeográfica. El valor del índice ABR destaca el carácter restringido de las especies de papilionidos y piéridos, sus preferencias ecológicas estrechas y sus respuestas a la perturbación del hábitat, lo que las convierte en organismos indicadores en estudios de bioconservación (Kremen, 1994; Tyler *et al.*, 1994; Becher, 1998; Linell *et al.*, 2000; Ferrier *et al.*, 2002; Fleishman *et al.*, 2003), y ofrecen un material adecuado para el análisis de patrones biogeográficos, especialmente en la región Neotropical (Whitmore y Prance, 1987).

Conclusiones

Es importante considerar que un país con una variedad tan grande de tipos de vegetación, altitud y climas, con sesgos notorios en las intensidades de recolecta entre distintas localidades, por lo que además se desconoce el contenido de especies en muchas zonas, las características de su diversidad biológica –específicamente las referentes a la distribución de la misma– pueden sorprendernos en cualquier momento. Por ello, es esencial incrementar los esfuerzos para mejorar su conocimiento, sobre todo en las áreas más aisladas y por lo tanto menos accesibles (Luis-Martínez *et al.*, 2003). El contenido de las especies de las zonas desconocidas puede ser predicho con el índice propuesto y el incremento de información en el futuro mejorará la precisión de las predicciones, evaluando a cada especie según su amplitud de distribución y prediciéndola.

Agradecimientos

Al proyecto PAPIME 202504.

Referencias

- Becher, A.** 1998. *Biodiversity crisis*. Contemporary World Issues. ABC-CLIO, Berkeley.
- Dennis, R. y P. Hardy.** 2001. Loss rates of butterfly species with urban development: A test of atlas data and sampling artifacts at a fine scale. *Biodiv. Conserv.*, 10: 1831-1837.
- Espadas M.C., R. Durán y J. Argáez.** 2003. Phyto-geographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and parsimony analysis of endemism. *Divers. Distrib.*, 9: 313-330.
- Ferrier, S., G. Watson, J. Pearce y M. Drielsma.** 2002. Extended statistical approaches to modeling spatial pattern in biodiversity in northeast New South Wales. I. Species-level modelling. *Biodiv. Conserv.*, 11: 2275-2307.
- Fleishman, E.R. MacNally, y J. Fay.** 2003. Validation tests of predictive models of butterfly occurrence based on environmental variables. *Conserv. Biol.*, 17: 806-817.
- Flores, O. y P. Gerez.** 1994. *Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso del suelo*. CONABIO-UNAM, México, D.F.
- Henning, S. J., C. Nowicki, L. Rios, W. Barthlott y P. L. Ibsch.** 2003. Extrapolating species ranges and biodiversity in data-poor countries: The computerized model BIOM. *Rev. Soc. Bol. Bot.*, 4: 171-190.
- Hortal, J. y J.M. Lobo.** 2002. Una metodología para predecir la distribución espacial de la diversidad biológica. *Ecología*, 16: 405-432.
- Kremen, C.** 1994. Biological inventory using target taxa: a case study of the butterflies of Madagascar. *Ecol. Applic.*, 4: 407-422.
- Lenton, S., J. Fa y J. Pérez del Val.** 2000. A simple non-parametric GIS model for predicting species distribution: Endemic birds in Bioko Island, West Africa. *Biodiv. Conserv.*, 9: 869-885.
- León-Cortés, J.L., J. Soberón y J. Llorente.** 1998. Assessing completeness of Mexican Sphinx moths inventories through species accumulation functions (Lepidoptera: Sphingidae). *Divers. Distrib.*, 4: 37-44.

- Linell, J., J.E. Swenson y R. Andersen.** 2000. Conservation of biodiversity in Scandinavian boreal forests: large carnivores as flagships, umbrellas, indicators or keystones? *Biodiv. Conserv.*, 9: 857-866.
- Llorente, J., I. Luna, J. Soberón y L. Bojórquez.** 1994. Biodiversidad, su inventario y conservación: Teoría y práctica en la taxonomía alfa contemporánea, pp. 507-522. En: *Taxonomía biológica*. Llorente B., J. e I. Luna (comps.) Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Llorente B., J., L. Oñate-Ocaña, A. Luis-Martínez e I. Vargas F.** 1997. *Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e ilustración*. CONABIO-UNAM. México, D.F.
- Luis-Martínez, A., J. Llorente B., I. Vargas-Fernández y A.D. Warren.** 2003. Biodiversity and biogeography of Mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Proc. Ent. Soc. Washington*, 105: 209-224.
- Mac Nally, R.** 2000. Regression and model-building in conservation biology, biogeography and ecology: The distinction between a reconciliation of 'predictive' and 'explanatory' models. *Biodiv. Conserv.*, 9: 655-671.
- Mac Nally, R.** 2002. Multiple regression and inference in ecology and conservation biology: Further comments on identifying important predictor variables. *Biodiv. Conserv.*, 11: 1397-1401.
- Martín-Piera, F. y J.M. Lobo.** 2003. Database records as a sampling-effort surrogate to predict spatial distribution of insects in either poorly or unevenly surveyed areas. *Acta Ent. Ibér. Macar.*, 1: 23-35.
- Müller, R., C. Nowicki, W. Barthlott y P. Ibisch.** 2003. Biodiversity and endemism mapping as a tool for regional conservation planning—case study of the Pleurothallidinae (Orchidaceae) of the Andean rain forest in Bolivia. *Biodiv. Conserv.*, 12: 2005-2024.
- Navarro, A. y H. Benítez.** 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. En: Flores, O. y A. Navarro (comps.) *Biología y problemática de los vertebrados en México*. *Ciencias*, Núm. Esp., 7: 45-54.
- Navarro, A., A.T. Peterson y A. Gordillo.** 2003a. Museums working together; the atlas of the birds of México. *Bulletin B.O.C.* 123A: 207-224.
- Navarro, A., A.T. Peterson, Y. Nakazawa e I. Liebig-Fossas.** 2003b. Colecciones biológicas, modelaje de nichos ecológicos y los estudios de la biodiversidad, pp. 115-122. En: *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. Morrone, J.J. y J. Llorente B. (eds). CONABIO-UNAM. México, D.F.
- Ojeda, R. A., J. Stadler y R. Brandl.** 2003. Diversity of mammals in the tropical-temperate Neotropics: Hotspots on a regional scale. *Biodiv. Conserv.*, 12: 1431-1444.
- Oñate-Ocaña, L. y P. Alonso.** En prep. El análisis de regresión múltiple como modelo predictivo aplicado en mariposas mexicanas.
- Oñate-Ocaña, L. y J. Llorente B.** En prep. El uso de bases de datos curatoriales en la reconstrucción de la historia del conocimiento de la biodiversidad: Un ejemplo con papilionidos y píeridos mexicanos.
- Oñate-Ocaña, L., J.J. Morrone y J. Llorente B.** 2000. Una evaluación del conocimiento de la distribución de las Papilionidae y Pieridae mexicanas (Insecta: Lepidoptera). *Acta Zool. Mex.*, (n.s.), 81: 117-132.
- Peterson, A.T. y D.A. Kluz.** 2003. New distributional modeling approaches for GAP analysis. *An. Conserv.*, 6: 47-54.
- Peterson, A.T. y R. Robins.** 2003. Using ecological-niche modeling to predict barred owl invasions with implications for spotted owl conservation. *Conserv. Biol.*, 17: 1161-1165.
- Ray, N., A. Lehmann y P. Joly.** 2002. Modeling spatial distribution of amphibian populations: a GIS approach based on habitat matrix permeability. *Biodiv. Conserv.*, 11: 2143-2165.
- Rojas-Soto, O., O. Alcántara-Ayala y A. Navarro.** 2003. Regionalization of the avifauna of the Baja California Peninsula, México: A parsimony analysis of endemism and distributional modeling approach. *J. Biogeogr.*, 30: 449-461.
- Siqueira, M.F. y A.T. Peterson.** 2003. Consequences of global climate change for geographic distributions of Cerrado tree species. *Biota Neotr.*, 3: 1-14.
- Soberón, J., J. Llorente B. y L. Oñate-Ocaña.** 2000. The use of specimen labels databases for conservation purposes: An example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiv. Conserv.*, 9: 1441-1466.
- Tyler, H., K.S. Brown y K. Wilson.** 1994. *Swallowtail butterflies of the Americas: A study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics and conservation*. Scientific Publishers. Gainesville.
- Whitmore, T.C. y G.T. Prance.** 1987. *Biogeography and Quaternary history in tropical America*. Oxford Monographs on Biogeography 3. Clarendon Press. Oxford.