

Programa piloto de seguimiento de mariposas diurnas en la Comunidad Autónoma del País Vasco



biodibertsitatea
eta paisaia
BIODIVERSIDAD Y
PAISAJE

2008



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMEN ETA LURRALDE
ANTOLAMENDU SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

 **ingurumena.net**

Documento: Programa piloto de seguimiento de mariposas diurnas en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Fecha de edición: 2008

Autor: Instituto Aranzadi
Coordinación y trabajo de campo: Alberto de Castro, Roberto Fernández de Gamboa, Inaki Mezquita, Ibon de Olano

Revisión / Dirección: IKT SA

Propietario: Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental

ÍNDICE

Justificación.....	2
Antecedentes históricos.....	2
Objetivos.....	2
Área de estudio y metodología.....	3
Tratamiento de los datos.....	10
Resultados e interpretación.....	12
<u>Índices anuales de abundancia y diversidad a nivel de red y de transecto.....</u>	<u>12</u>
<u>Índices de diversidad a nivel de sector de transecto.....</u>	<u>15</u>
<u>Variación estacional de la riqueza específica.....</u>	<u>17</u>
<u>Influencia de los factores meteorológicos.....</u>	<u>17</u>
<u>Comparación del rendimiento de muestreo entre periodos bisemanales y semanales.....</u>	<u>19</u>
<u>Potencial indicador de los ropalóceros.....</u>	<u>21</u>
Conclusiones y argumentación.....	22
Bibliografía.....	23

Justificación

En abril de 2008 IKT, SA propuso al Departamento de Entomología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, que a través de sus socios con conocimientos para identificar ropalóceros, comenzar a muestrear una serie de transectos para poner en marcha el programa de seguimiento de mariposas diurnas en el País Vasco.

Se presenta así, este proyecto piloto basado prácticamente en su totalidad en el protocolo que siguen la mayor parte de los países europeos y que nos facilitó IKT, SA. Algunas modificaciones fueron necesarias para adaptarlo a las limitaciones por falta de especialistas en este primer año (2008) y a los plazos temporales, ya que el muestreo comenzó más tarde de lo esperado.

Antecedentes históricos

El primer Programa de Seguimiento de mariposas diurnas (Ropalóceros) se puso en marcha en el Reino Unido en 1976. Posteriormente comenzaron programas análogos en países y regiones de Europa como Holanda (1990), Flandes (1991), Cataluña (1994), Finlandia (1999), Estonia (2004), Andorra (2006) y Francia (2006) (véase la página web de *Butterfly Conservation Europe*: <http://www.bc-europe.org/subcategory.asp?catid=10&SubCatID=132>).

La condición bioindicadora de las mariposas se debe a su sensibilidad al clima y a las condiciones locales de composición y estructura de la vegetación. Ello, unido a su limitada capacidad dispersiva y a la corta duración de sus ciclos vitales, hace que reaccionen rápidamente a los cambios ambientales.

En relación a la importancia de disponer de indicadores en materia de evolución de la biodiversidad, la Agencia Europea del Medio Ambiente señala la necesidad de vigilar, documentar, evaluar y comprender las relaciones entre actividades humanas, presiones e impactos derivados, repercusiones sobre la biodiversidad y efectividad de las acciones. Esto es necesario para valorar el grado de consecución del objetivo planteado en el *Sexto programa ambiental de la UE* de detener la pérdida de biodiversidad a partir del 2010, en el marco del Convenio sobre diversidad biológica y de las conferencias de Río de Janeiro (1992) y Johannesburgo (2002).

Objetivos

El principal objetivo del presente proyecto fue poner en marcha el programa de seguimiento de mariposas diurnas (ropalóceros) en el País Vasco en la temporada cálida del año 2008. Dada la escasez de recursos humanos disponibles de partida, este primer año se planteó como proyecto piloto, valorando el rendimiento de los resultados y sirviendo de experiencia para mejorar el programa de seguimiento en años venideros. Todo centrado principalmente en la diversidad de ropalóceros observada, ya que el análisis de los datos autoecológicos de las especies tienen mayor sentido en series de varios años seguidos y en ciclos de muestreo anuales más largos.

A nivel general, con el transcurso de los años y el aumento en transectos a muestrear, el programa permitirá:

- Proporcionar información de los cambios que experimentan las poblaciones en el área País Vasco, así como detectar las tendencias que podrían afectar al estatus de una especie determinada
- Estudiar la influencia de los factores que actúan a escala local sobre las poblaciones, lo cual permite establecer criterios de gestión adecuados.
- Proveer de información sobre la fenología y la autoecología de las diferentes especies de ropalóceros.
- Identificar patrones a nivel de comunidad o de grupos de especies asociadas a ciertos ambientes.

El objetivo último del programa de seguimiento de mariposas es obtener uno o varios índices sobre la evolución de la biodiversidad, con base en el carácter bioindicador que poseen las mariposas.

Área de estudio y metodología

La densidad de estaciones de las redes de seguimiento, o número de transectos por unidad de superficie, varía entre las diferentes regiones y países donde se han puesto en marcha. Depende en gran medida del número de muestreadores implicados. En el presente caso se pretendió comenzar con 10 transectos, pero fue imposible por la escasez de especialistas disponibles. Por lo tanto, se comenzó con 3 transectos, uno por cada provincia vasca (Figura 1).

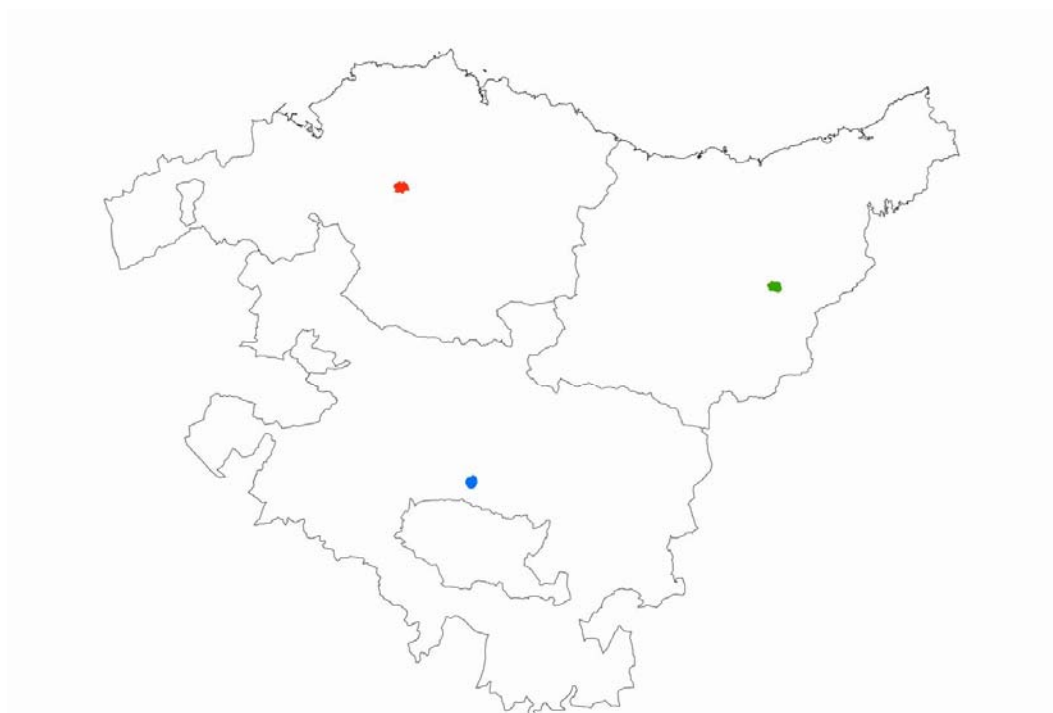


Figura 1. Localización de los transectos realizados en el mapa la Comunidad Autónoma del País Vasco. Azul: Armentia (Araba); Rojo: Arxanda (Bizkaia); Verde: Alegia (Gipuzkoa).

La metodología de obtención de datos fue la que introdujo el programa británico, basada en la realización de transectos lineales a pie.

En acuerdo a este protocolo, se realizaron a pie, a velocidad constante, una serie de transectos fijos, una vez por semana, durante los meses de julio a septiembre inclusive. Lo que dió lugar a un total de 14 salidas, una de reconocimiento del terreno y 13 de muestreo. El periodo de muestreo fue más reducido este año que el recomendable en otros protocolos (programa británico: entre abril y septiembre, máximo de 26 salidas anuales; programa catalán: entre marzo y septiembre, máximo de 30 salidas anuales) debido a que no existió suficiente tiempo a ponerlo en marcha en breve (la oferta de coordinación se realizó pasado mediados de abril de 2008).

Los transectos se realizaron casi siempre cuando las condiciones meteorológicas fueron adecuadas para la actividad de las mariposas diurnas (ausencia de lluvia y viento moderado). Los conteos no se consideraron válidos cuando el viento excedió la fuerza 4 según la escala de Beaufort. Sin embargo, sí se realizó, aunque no resulte recomendable, con una nubosidad mayor del 50 % en un par de jornadas en el transecto de Armentia, debido a la dificultad de encontrar días apropiados en ciertas semanas. Esto permitió detectar si se obtuvieron valores anormalmente bajos (tanto de especies concretas como del conjunto de la comunidad) en caso de que la nubosidad no cumpliera con los mínimos necesarios. Estas condiciones no óptimas se compararon con los resultados obtenidos en las semanas anterior y posterior a fin de determinar para el futuro si su inclusión podría ser válida o no (no olvidemos que nos encontramos ante un estudio piloto). El viento y la temperatura se midieron al principio y al final del transecto. Para las semanas en las que fue imposible recorrer el transecto, los datos se estimaron a partir de las medias aritméticas de las semanas anterior y posterior. Esto último ocurrió en el periodo de muestreo 11 en el transecto de Alegia. Las condiciones sobre las que se realizaron los transectos se resumen en la Tabla 1.

En el caso de especies de difícil identificación visual, la inclusión o no en los conteos dependió de la experiencia de cada observador y del grado de conocimiento de la fauna de la localidad estudiada.

Los transectos tuvieron una longitud de entre 2 y 4 km, previamente seleccionados por reunir una variedad de hábitats de interés presentes en el área de estudio, tanto antropizados como silvestres. La recopilación de citas de todas las especies de lepidópteros se realizó dentro de una banda de 2,5 m a ambos lados del observador y 5 m por delante de él (Figura 2).

La realización de cada transecto tuvo lugar en las horas centrales del día (entre las 10:00 y 15:45 h), con una duración aproximada de 1 a 3 horas.

Tabla 1. Fechas, horarios y condiciones meteorológicas en las que se realizaron los muestreos. Símbolos X : periodo en el cual se realizó una media ponderada entre las fechas anterior y posterior por tratarse de una semana lluviosa y de viento; XX: anulado del análisis por intensa lluvia tras 90' de muestreo en los que se registraron 2 especies y 3 ropalóceros.

Transecto - participante	Periodo	Fecha	Horario	Viento (Escala Beaufort)	% Sol	Temperatura ° C
ARMENTIA – IBÓN DE OLANO	1	05-jul	11:15-14:20	0	80	24-23
	2	08-jul	11:15-14:00	0	95	23,5-29
	3	14-jul	12:00-15:00	0	95	25,5-28
	4	23-jul	12:35-15:25	0	100	30-35
	5	29-jul	12:30-15:45	0	100	26,5-35
	6	04-ago	11:00-13:30	0	100	27-35,5
	7	10-ago	12:30-15:00	0	100	29-34,5
	8	16-ago	10:30-14:00	2	0	16-19
	9	21-ago	11:00-14:00	0	100	23,5-31,5
	10	26-ago	10:45-14:00	3	100	24,5-33
	X	4-sep	11:30-13:00	0	20	17-20,2
	11	11-sep	11:15-15:00	3	30	19-22
	12	18-sep	11:30-15:00	0	100	21,5-29,5
13	24-sep	11:40-14:30	3	40	16,5-22	
ARTXANDA – ROBERTO FERNÁNDEZ DE GAMBOA	1	04-jul	13:25-14:50	2	95	30-31
	2	08-jul	13:30-14:55	2	85	23-23
	3	15-jul	13:30-14:55	2	85	25-25
	4	22-jul	13:30-15:00	1	100	25-26
	5	30-jul	13:35-14:55	0	100	27,5-30
	6	04-ago	13:35-15:00	1	100	30,5-30,5
	7	11-ago	13:45-15:15	1	60	25,5-24
	8	18-ago	13:15-14:45	1	100	27,5-28
	9	28-ago	13:25-15:00	0	55	27-30
	10	07-sep	13:30-14:45	1	90	25-26,5
	11	08-sep	13:40-14:55	2	90	29-34,5
	12	16-sep	13:25-14:30	0	100	22,5-22
	13	27-sep	13:10-14:10	0	100	24,5-25,5
ALEGIA – IÑAKI MEZQUITA	1	04-jul	11:30-13:10	0	100	28-32
	2	09-jul	10:25-12:20	0	100	26-30
	3	16-jul	10:45-12:25	0	90	27-25
	4	23-jul	10:40-12:35	0	100	28-31
	5	31-jul	10:05-11:45	0	80	27-30
	6	09-ago	10:30-12:15	0	80	22,5-24
	7	16-ago	11:45-13:15	0	100	24-27
	8	20-ago	10:30-12:40	0	100	24-26
	9	26-ago	11:25-13:05	0	100	25-27
	10	02-sep	11:00-12:45	0	100	27-27
	11	XX	XX	XX	XX	XX
	12	17-sep	12:30-14:15	0	100	28-29
	13	27-sep	11:00-12:30	0	100	13-19

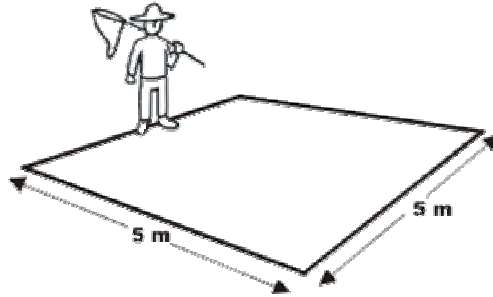


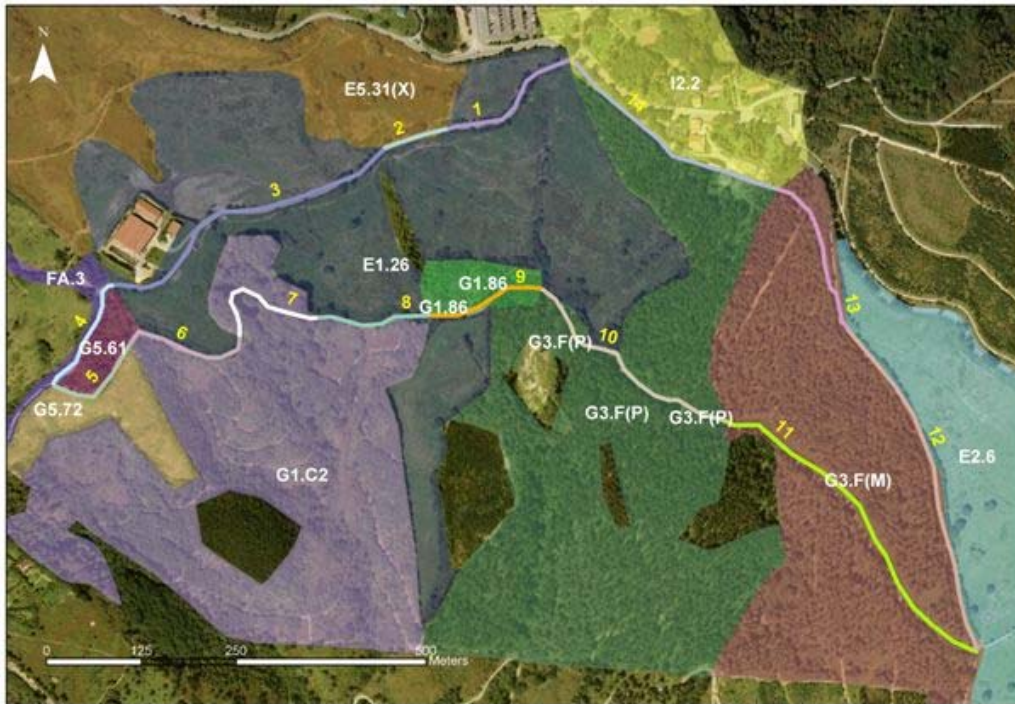
Figura 2. Banda de terreno sobre la que los muestreadores realizaron el conteo de mariposas al caminar por los transectos.

Cada transecto fue dividido en sectores en función de los diferentes hábitats que atravesaba (Figuras 3 a 5 y tablas anexas) y el conteo se realizó de forma diferenciada en cada uno de ellos.



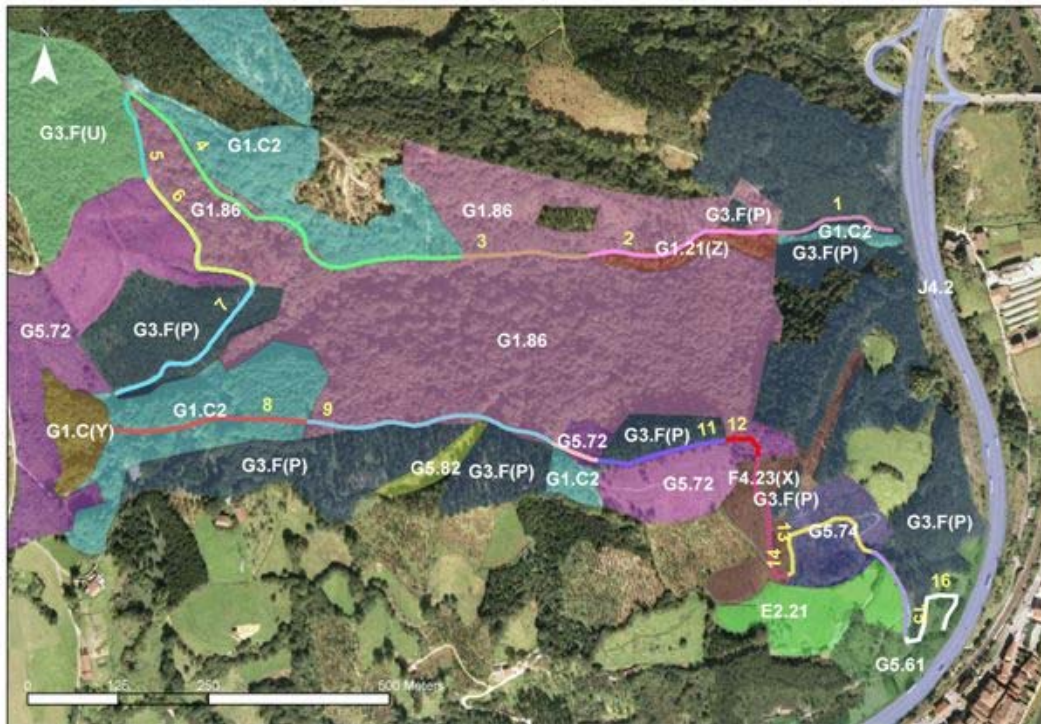
Tramo	Longitud (m)	Hábitats EUNIS Código	Hábitat	Hábitats EUNIS Código 2	Hábitat 2
1	210	G1.21	Fresnedal ribereña eurosiberiana		
2	159	G5.72	Plantaciones jóvenes de frondosas caducas		
3	202	F7.44(X)	Brezal calcícola con genistas, subatlántico		
4	189	G5.72	Plantaciones jóvenes de frondosas caducas	G1.77(V), G3.F(L)	Quejigal subatlántico, Plantaciones de <i>Pinus sylvestris</i>
5	294	G5.72	Plantaciones jóvenes de frondosas caducas	I1.1	Monocultivos intensivos
6	529	G1.77(V)	Quejigal subatlántico		
7	232	E1.26	Lastonares y pastos del <i>Mesobromion</i>	I1.1	Monocultivos intensivos
8	606	G1.77(V)	Quejigal subatlántico	E1.26	Lastonares y pastos del <i>Mesobromion</i>
9	913	G1.77(V)	Quejigal subatlántico		

Figura 3. Sectorización del transecto de Armentia (Araba).



Tramo	Longitud (m)	Hábitats EUNIS Código	Hábitat	Hábitats EUNIS Código 2	Hábitat 2
1	199	E1.26	Lastonares y pastos del <i>Mesobromion</i>		
2	89	E1.26	Lastonares y pastos del <i>Mesobromion</i>	E5.31(X)	Helechales atlánticos y subatlánticos, colinos
3	425	E1.26	Lastonares y pastos del <i>Mesobromion</i>		
4	164	FA.3	Seto de especies autóctonas	G5.61	Bosques naturales jóvenes de frondosas
5	141	G5.72	Plantaciones jóvenes de frondosas caducas	G5.61	Bosques naturales jóvenes de frondosas
6	177	E1.26	Lastonares y pastos del <i>Mesobromion</i>	G1.C2	Plantaciones de <i>Quercus rubra</i>
7	184	G1.C2	Plantaciones de <i>Quercus rubra</i>		
8	154	E1.26	Lastonares y pastos del <i>Mesobromion</i>	G1.C2	Plantaciones de <i>Quercus rubra</i>
9	156	G1.86	Bosque acidófilo dominado por <i>Quercus robur</i>		
10	317	G3.F(P)	Plantaciones de <i>Pinus radiata</i>		
11	471	G3.F(M)	Plantaciones de <i>Pinus pinaster</i>		
12	466	G3.F(M)	Plantaciones de <i>Pinus pinaster</i>	E2.6	Cespedes mejorados y campos deportivos
13	218	G3.F(M)	Plantaciones de <i>Pinus pinaster</i>		
14	326	G3.F(P)	Plantaciones de <i>Pinus radiata</i>	I2.2	Pequeños parques y jardines ornamentales

Figura 4. Sectorización del transecto de Artxanda (Bizkaia).



Tramo	Longitud (m)	Hábitats EUNIS Código	Hábitat	Hábitats EUNIS Código 2	Hábitat 2
1	172	G3.F(P)	Plantaciones de <i>Pinus radiata</i>		
2	273	G1.21(Z)	Aliseda ribereña eurosiberiana		
3	178	G1.86	Bosque acidófilo dominado por <i>Quercus robur</i>		
4	573	G1.C2	Plantaciones de <i>Quercus rubra</i>	G1.86	Bosque acidófilo dominado por <i>Quercus robur</i>
5	128	G3.F(U)	Plantaciones de <i>Pseudotsuga menziesii</i>	G1.86	Bosque acidófilo dominado por <i>Quercus robur</i>
6	232	G5.72	Plantaciones jóvenes de frondosas caducas	G1.86	Bosque acidófilo dominado por <i>Quercus robur</i>
7	261	G3.F(P)	Plantaciones de <i>Pinus radiata</i>		
8	274	G1.C2	Plantaciones de <i>Quercus rubra</i>		
9	352	G1.86	Bosque acidófilo dominado por <i>Quercus robur</i>	G3.F(P)	Plantaciones de <i>Pinus radiata</i>
10	69	G5.72	Plantaciones jóvenes de frondosas caducas		
11	182	G3.F(P)	Plantaciones de <i>Pinus radiata</i>	G5.72	Plantaciones jóvenes de frondosas caducas
12	63	G5.72	Plantaciones jóvenes de frondosas caducas		
13	191	F4.23(X)	Brezal atlántico dominado por <i>Ulex</i> sp.		
14	208	G5.74	Plantaciones jóvenes de coníferas		
15	133	E2.21	Prados de siega atlánticos, no pastoreados	G3.F(P)	Plantaciones de <i>Pinus radiata</i>
16	175	G5.61	Bosques naturales jóvenes de frondosas		

Figura 5. Sectorización del transecto de Alegia (Gipuzkoa).

Tratamiento de los datos

Rendimiento e índices anuales y periódicos de abundancia y diversidad a nivel de transecto: La obtención de índices multispecíficos anuales de abundancia y la valoración de las fluctuaciones de éstos a lo largo del tiempo permitió calcular índices sobre la evolución de la biodiversidad en el tramo temporal del presente año.

El índice de diversidad empleado fue la riqueza específica o número de especies (Magurran, 2004). Este índice se eligió por su idoneidad a la hora de utilizarlo en combinación con las técnicas de rarefacción empleadas para comparaciones entre muestras en las que difiere el esfuerzo de muestreo (p. e.: los transectos diferían en longitud del recorrido), ya que estandariza el número de especies registrado en función del número de individuos capturado, dando idea también del grado de equitabilidad de la comunidad (Gotelli & Colwell, 2001). Para cada transecto también se calcularon los índices de Simpson (en su forma 1-D) y Berger-Parker, ya que son poco sensibles a variaciones en el tamaño muestral (Magurran, 2004). Para los análisis de diversidad sólo se incluyeron los ejemplares determinados a nivel de especie. Todos los índices y siguientes análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa PAST (Hammer et al., 2001).

Aprovechando los datos de periodicidad semanal, se realizó un test de rendimiento de muestreo en el caso de que éste se redujese a una cadencia bisemanal. La riqueza específica y las funciones de rarefacción se emplearon para este análisis comparativo. Para el utilizar el mayor número de datos reales, este procedimiento se aplicó comparando los 6 primeros periodos de muestreo pares e impares de los transectos de Armentia y Artxanda, ya que en Alegia, como se comentó en el apartado anterior, un periodo de muestreo se obtuvo a partir de la interpolación de las jornadas de trabajo inmediatamente contiguas.

El rendimiento también se valoró de acuerdo a factores meteorológicos. De esta manera, se usó el coeficiente de correlación de Pearson (Quinn & Keough, 2002) para comprobar si la temperatura y la riqueza de especies se relacionaron a lo largo del periodo total de muestreo. Debido a que todos los gradientes de las variables, con excepción del viento, fueron mínimos en Artxanda, en este transecto se comprobó si la fuerza del viento afectó a la diversidad y abundancia de las mariposas registradas. Para ello se computaron dos ANOVAs, una para el número de especies y otra para el de individuos, de una vía con tres niveles para el factor fuerza del viento según la escala Beaufort: 0, 1 y 2.

Al final de la temporada se calculó para cada especie un índice anual de abundancia, basado en la suma de los conteos semanales. Así se estableció el punto de partida para la comparación de los niveles poblacionales en años venideros.

A pesar de ser un parámetro relativo, se considera que el índice de abundancia está positivamente correlacionado con el tamaño de la población, de forma que refleja de forma fidedigna la dinámica poblacional de cada especie (Pollard & Yates, 1993). Es preciso señalar que el método no aporta datos precisos sobre la abundancia de especies marcadamente arborícolas. Sin embargo, se considera muy probable que su abundancia en los conteos esté positivamente correlacionada con sus niveles poblacionales (Stefanescu, 2000).

Para años futuros, las tendencias de cada especie en cada estación se calcularán utilizando índices de abundancia anuales. Se seguirá el criterio del programa británico, en el que la pendiente de la regresión de los índices anuales logarítmicos es utilizada para estimar la tendencia:

- Cuando la pendiente es positiva y $p < 0,05$ la tendencia es a aumentar
- Cuando la pendiente es negativa y $p < 0,05$ la tendencia es a disminuir
- Cuando $p \leq 5$ la tendencia es estable o no significativa

Se adoptará un mínimo de 5 valores de índices anuales de abundancia de una especie para realizar los cálculos de tendencias y del test de significación en una estación.

A nivel de sector de transecto: Dado que los itinerarios incorporaron datos de varios sectores, en función del hábitat que atravesaron, fue también posible calcular la riqueza específica y el índice anual de abundancia por especie y sector. La comparación entre sectores dentro de cada transecto se realizó aplicando la técnica de rarefacción, ya comentada en el apartado anterior. En el futuro, los datos recogidos, permitirán comparar cambios poblacionales y multispecíficos asociados a los diferentes hábitats y a prácticas concretas de gestión. Sin embargo, este año se realizó una primera aproximación sobre la preferencia de hábitat de las especies para chequear su potencial indicador. Para ello, por cada sector y especie se registró la variable N° individuos \times m^{-1} . Los datos de las 14 especies más abundantes (94 % del total) se incluyeron en un análisis de correspondencias para explorar patrones de preferencias y agrupaciones de sectores por tramos o hábitat.

A nivel del conjunto de la red: Asimismo, se calculó la riqueza específica para el conjunto de los transectos y para cada especie un índice anual global, que agrupó los datos de todas las estaciones de la red. Una vez más, al tratarse del primer año, estos datos serán útiles para analizar las fluctuaciones poblacionales de cada especie en el ámbito del conjunto del área de estudio. Así, las tendencias de abundancia de las especies a nivel de red de muestreo (tendencias regionales) serán estimadas en años futuros mediante el programa TRIM (Pannekoek & van Serien, 1996), especialmente diseñado para analizar series temporales de conteos. Recomendándose que los índices de abundancia de las especies en la red sean calculados para taxa que se detecten al menos en 5 estaciones al año, aquí sólo se presentaron de aquellas especies presentes en los todos los transectos, ya que fueron menos de 5.

Tendencias generales a escala regional: En años venideros, agrupando los índices anuales globales de cada especie se calculará un índice de abundancia general de mariposas a escala regional, cuya comparación a lo largo de los años indicará la tendencia general del grupo. La metodología para el cálculo de estas tendencias generales se describe en Greatorex-Davies & Roy (2001).

Tendencias en función de tipos de hábitats o ambientes a escala regional: Este es otro aspecto que no pudo analizarse en el presente estudio piloto. Sin embargo es importante mencionar que a partir de los datos obtenidos cuando más transectos se añadan posiblemente en años próximos, podrán seleccionarse grupos de especies asociadas a determinados hábitats o ambientes para que, tomando sus datos de abundancia en aquellas secciones de transectos que atraviesen dichos hábitats, calcular índices multiespecíficos anuales de abundancia a escala regional. Estos índices anuales para cada tipo de ambiente podrán compararse para estimar las tendencias a lo largo del tiempo, de forma que se obtendrán indicadores diferenciados para cada ambiente.

Información fenológica: El seguimiento semanal de los ropalóceros permitirá obtener datos sobre la fenología de numerosas especies (periodo de vuelo y su variabilidad en el tiempo y en el espacio, número de generaciones o voltinismo, patrones migratorios de ciertas especies, afección del cambio climático sobre la fenología y distribución, etc.). Sin embargo, como en el presente trabajo piloto el periodo de muestreo abarcó menos de lo habitual, con lo que los datos, así incompletos, no permitieron un riguroso análisis de patrones fenológicos de las especies. Así que los datos se almacenaron en las bases de datos del Anexo.

Resultados e interpretación

El desglose total pormenorizado de los datos se presenta en el Anexo en formato electrónico adjunto.

Índices anuales de abundancia y diversidad a nivel de red y de transecto

Para todo el conjunto de la red de muestreo se han registrado 78 especies más 6 taxa identificados a nivel de familia, género o indeterminados (Tabla 2). En total se han identificado a especie el 98,8 % de los ejemplares registrados (7676 especímenes). Más de la mitad de las especies se encontraron en Armentia, que presentó la diversidad más alta en el resto de índices también (Tabla 3). El índice Berger-Parker indicó que la especie más abundante por transecto supuso alrededor del 30 % de los individuos registrados en Armentia (*Melanargia galathea*) y Artxanda (*Pararge aegeria*) y el 43 % en Alegia (*Pyronia tithonus*). Las funciones de rarefacción (Figura 6) indican que a igualdad de individuos registrados, Artxanda y Alegia contienen un número de especies similar, mientras que Armentia registraría prácticamente toda la riqueza específica observada. Es también en Armentia, donde se ha registrado casi la mitad (49,6 %) de los ropalóceros muestreados. 20 especies, entre ellas las 5 más abundantes (69,8 % del total), aparecen en todos los transectos.

Tabla 2. Número total de individuos capturados por taxa en cada transecto y a nivel de toda la red de muestreo.

Taxa	Armentia (Araba)	Artxanda (Bizkaia)	Alegia (Gipuzkoa)	Total
<i>Apatura ilia</i>	1	0	1	2
<i>Apatura iris</i>	2	0	0	2
<i>Aphantopus hyperantus</i>	0	0	1	1
<i>Aporia crataegi</i>	2	0	0	2
<i>Araschnia levana</i>	0	2	14	16
<i>Argynnis aglaja</i>	61	0	0	61
<i>Argynnis paphia</i>	95	3	6	104
<i>Aricia agestis</i>	0	0	1	1
<i>Aricia montensis</i>	4	0	0	4
<i>Brenthis daphne</i>	13	0	0	13
<i>Brenthis ino</i>	3	0	0	3
<i>Brintesia circe</i>	4	0	0	4
<i>Cacyreus marshalii</i>	4	0	0	4
<i>Carcharodus alceae</i>	0	2	0	2
<i>Carcharodus boeticus</i>	2	0	0	2
<i>Celastrina argiolus</i>	0	41	28	69
<i>Coenonympha arcania</i>	114	1	4	119
<i>Coenonympha glicerion</i>	3	0	0	3
<i>Coenonympha pamphilus</i>	6	0	1	7
<i>Colias alfacariensis</i>	4	0	0	4
<i>Colias crocea</i>	61	33	18	112
<i>Cupido argiades</i>	13	12	2	27
<i>Cupido minimus</i>	2	0	0	2
<i>Cupido osiris</i>	1	0	0	1
<i>Erebia meolans</i>	3	0	0	3
<i>Erynnis tages</i>	0	3	1	4
<i>Glaucopteryx alexis</i>	5	0	0	5
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	9	1	0	10
<i>Gonepteryx rhamni</i>	11	89	48	148
<i>Hesperia comma</i>	15	0	0	15
Hesperidae sp.	0	6	0	6
<i>Heteropterus morpheus</i>	11	42	41	94
<i>Hyponephele lupina</i>	2	0	0	2
<i>Inachis io</i>	17	9	33	59
<i>Iphiclides feisthameli</i>	3	0	0	3
<i>Issoria lathonia</i>	89	0	0	89
<i>Laeosopsis roboris</i>	7	0	0	7
<i>Lampides boeticus</i>	13	24	25	62
<i>Lasiommata megera</i>	33	0	0	33
<i>Leptidea sinapis</i>	120	3	7	130
<i>Leptotes pirithous</i>	6	3	1	10
<i>Limenitis camilla</i>	9	0	20	29
<i>Limenitis reducta</i>	16	0	0	16
<i>Lycaena phlaeas</i>	2	1	1	4
Lycenidae sp.	0	20	0	20
<i>Maniola jurtina</i>	709	365	437	1511

Taxa	Armentia (Araba)	Artxanda (Bizkaia)	Alegia (Gipuzkoa)	Total
<i>Melanargia galathea</i>	1129	7	24	1160
<i>Melanargia lachesis</i>	3	0	0	3
<i>Melitaea athalia</i>	1	0	0	1
<i>Melitaea parthenoides</i>	12	0	0	12
<i>Minois dryas</i>	0	8	0	8
<i>Ochlodes sylvanus</i>	27	16	0	43
<i>Ochlodes venatus</i>	0	0	97	97
<i>Papilio machaon</i>	1	0	0	1
<i>Pararge aegeria</i>	123	507	317	947
<i>Pieris brassicae</i>	1	11	6	18
<i>Pieris napi</i>	4	46	1	51
<i>Pieris rapae</i>	74	24	38	136
<i>Pieris</i> sp.	0	32	0	32
<i>Plebejus argus</i>	47	0	0	47
<i>Polygonia c-album</i>	2	4	4	10
<i>Polyommatus ainsae</i>	55	0	0	55
<i>Polyommatus bellargus</i>	7	0	0	7
<i>Polyommatus coridon</i>	206	0	0	206
<i>Polyommatus dorylas</i>	5	0	0	5
<i>Polyommatus escheri</i>	16	0	0	16
<i>Polyommatus icarus</i>	204	31	10	245
<i>Polyommatus ripartii</i>	16	0	0	16
<i>Polyommatus thersites</i>	15	1	0	16
<i>Pyrgus malvae</i>	1	0	0	1
<i>Pyrgus</i> sp.	1	0	0	1
<i>Pyronia bathseba</i>	14	0	0	14
<i>Pyronia cecilia</i>	8	0	0	8
<i>Pyronia tithonus</i>	301	315	944	1560
<i>Satyridae</i> sp.	0	2	0	2
<i>Satyrium acaciae</i>	2	0	0	2
<i>Satyrium esculi</i>	4	0	0	4
<i>Satyrium ilicis</i>	7	0	0	7
<i>Thecla quercus</i>	2	0	0	2
<i>Thymelicus acteon</i>	4	0	6	10
<i>Thymelicus lineola</i>	50	0	0	50
<i>Thymelicus sylvestris</i>	31	0	0	31
<i>Vanessa atalanta</i>	2	38	48	88
Indeterminables	0	33	0	33
TOTAL	3850	1735	2185	7770

Tabla 3. Diversidad registrada en cada transecto para todo el ciclo de muestreo.

Parámetro	Armentia	Artxanda	Alegia
Riqueza específica	70	29	31
Individuos	3849	1642	2185
Simpson 1-D	0,86	0,81	0,75
Berger-Parker	0,29	0,31	0,43

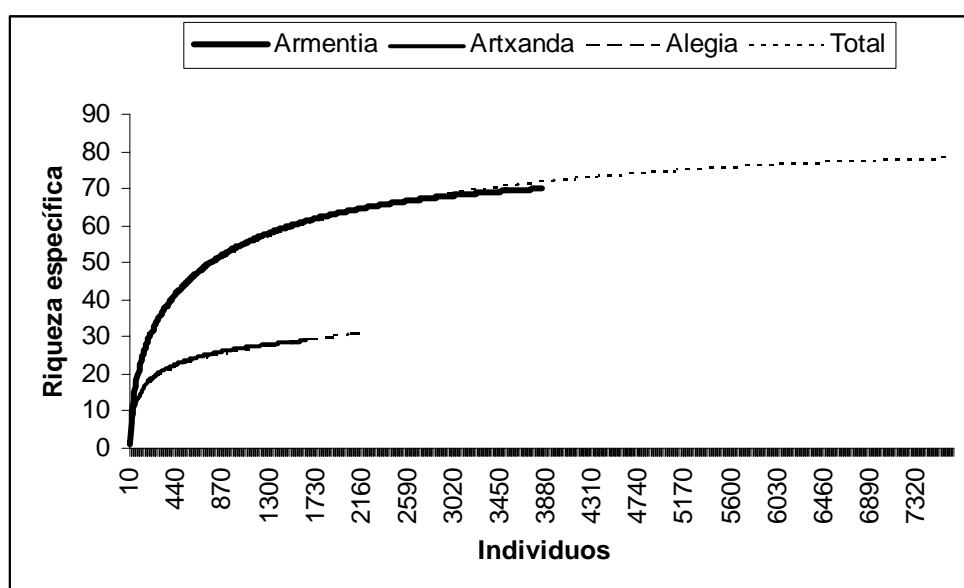


Figura 6. Relación entre el número de individuos capturados y la riqueza específica por cada transecto y para el conjunto total de los transectos.

Índices de diversidad a nivel de sector de transecto

Los resultados de rarefacción de la riqueza específica por sectores no muestran unos patrones muy claros (Figura 7).

Los sectores con menor riqueza específica observada a igualdad de individuos muestreados son: el 4 en Armentia, el 7 en Artxanda y 10,11 y 12 en Alegia. En general, estos sectores coinciden en ser plantaciones jóvenes de frondosas caducas o de roble americano (*Quercus rubra*) en combinación con terrenos arbolados que contengan plantaciones de coníferas exóticas.

Entre los sectores con mayor diversidad encontrada se encuentran 1, 2, 3 y 8 de Armentia; 1, 6, 8 y 11 de Artxanda y 4, 6, 7, 14 y 16 en Alegia. En general se trata sectores ocupados por bosques autóctonos y lastonares o combinación de ambos, o cualquiera de los dos con otros hábitat. Entre estos sectores se sitúan también algunos de plantaciones jóvenes alóctonas.

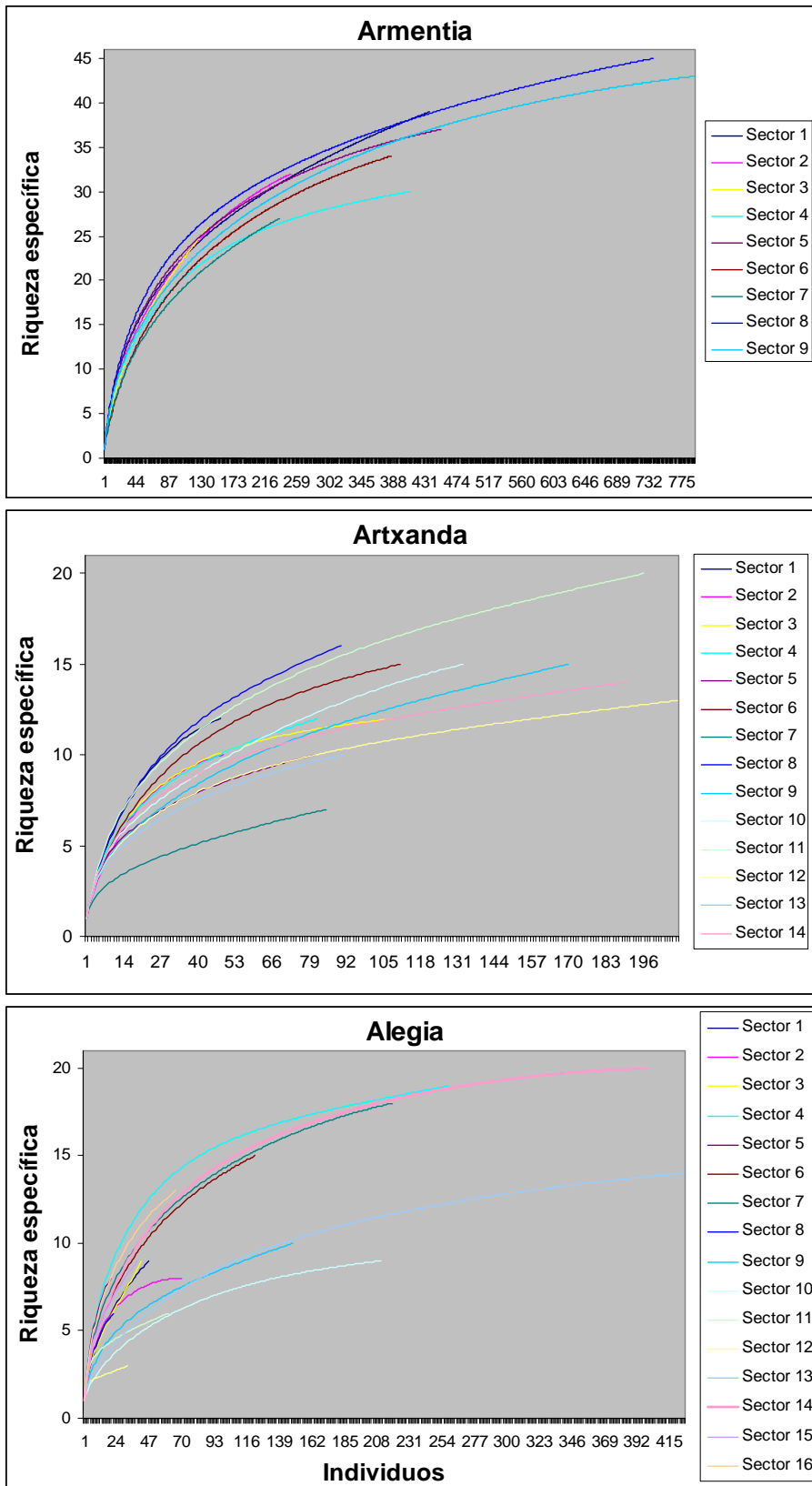


Figura 7. Acumulación de especies registradas en cada sector por transecto.

Variación estacional de la riqueza específica

La variación de la riqueza específica a lo largo del periodo de muestreo es diferente según el transecto muestreado (Figura 8). En Armentia, a partir del periodo 7 se observa un descenso en la riqueza específica y en Artxanda y Alegia la presencia de especies es continua hasta el periodo 12. Así, las correlaciones entre Armentia y las otras dos estaciones son no significativas ($P_s > 0,19$), mientras que Artxanda y Alegia muestran una correlación positiva ($r = 0,70$, $P < 0,01$). A nivel global, los periodos 6 y 7 (primera y segunda semana de Agosto) registran el máximo número de especies, aunque este resultado está sesgado por el alto número de especies observado en Armentia. Finalmente, existe un mínimo generalizado en el último periodo de muestreo.

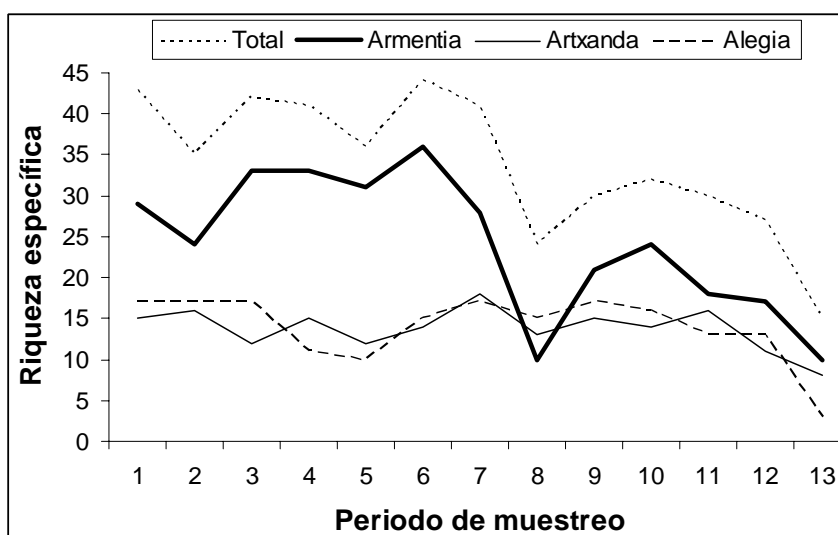


Figura 8. Número de especies registradas en los distintos periodos de muestreo.

Influencia de los factores meteorológicos

Los días en los que se contabiliza un menor número de especies (ver Figura 8) coinciden con los de menor temperatura e insolación. A este respecto, la temperatura y la riqueza específica están positivamente correlacionadas en Armentia ($r = 0,83$, $P > 0,05$) y Alegia ($r = 0,58$, $P > 0,05$), aunque no en Artxanda ($r = 0,23$, $P = 0,45$). En Artxanda ninguna jornada de muestreo presenta una temperatura media menor de 20°C , mientras que en Armentia esto sucede en los periodos 8 y 13 y en Alegia en el 13. Eliminando estas jornadas del análisis, para hacer los datos comparables entre los transectos, se obtiene que en Alegia ya no existe una correlación entre ambas variables ($r = -0,37$, $P = 0,27$), aunque en Armentia se mantiene el efecto ($r = 0,64$, $P > 0,05$). Sin embargo, si se elimina del análisis la jornada 11 de Armentia, que registra un 30 % de insolación, la relación entre temperatura y número de especies deja de ser significativa también en Armentia ($r = 0,51$, $P = 0,14$). Corroborando estos efectos, tras 1h 30' de muestreo, el 4 de septiembre (jornada anulada, ver tabla 1) en Armentia, con condiciones de insolación del 20%, temperatura media menor de 20°C y fuerza del viento 0, sólo se registran 3 individuos y 2 especies.

El efecto del viento muestra resultados cercanos a la significancia ($P_s < 0,10$) tanto para la riqueza específica como para la abundancia de individuos capturados. Contrastes individuales arrojan resultados cerca de la significancia al comparar Fuerza 0 contra F1 ($P = 0,08$) y F2 ($P = 0,11$) para la diversidad y al comparar F1 con F0 ($P = 0,06$) y con F2 ($P = 0,04$) para la abundancia. Los resultados parecen sugerir que los días cuya fuerza máxima del viento equivale a 1, resultan óptimos para el vuelo de los ropalóceros. Sin embargo, cuando se retira del análisis la última jornada de muestreo (F0), donde a juzgar por el descenso generalizado en especies (ver figura 8) parece que se está cerrando un ciclo fenológico para un amplio conjunto de taxa, todas las diferencias en riqueza específica y abundancia desaparecen al comparar F0 con otra categoría ($P_s > 0,15$). Ya que se mantienen las diferencias en abundancias entre F1 y F2, la interpretación cambiaría, pudiendo deberse la mayor abundancia observada en F1 a un mero artefacto estadístico.

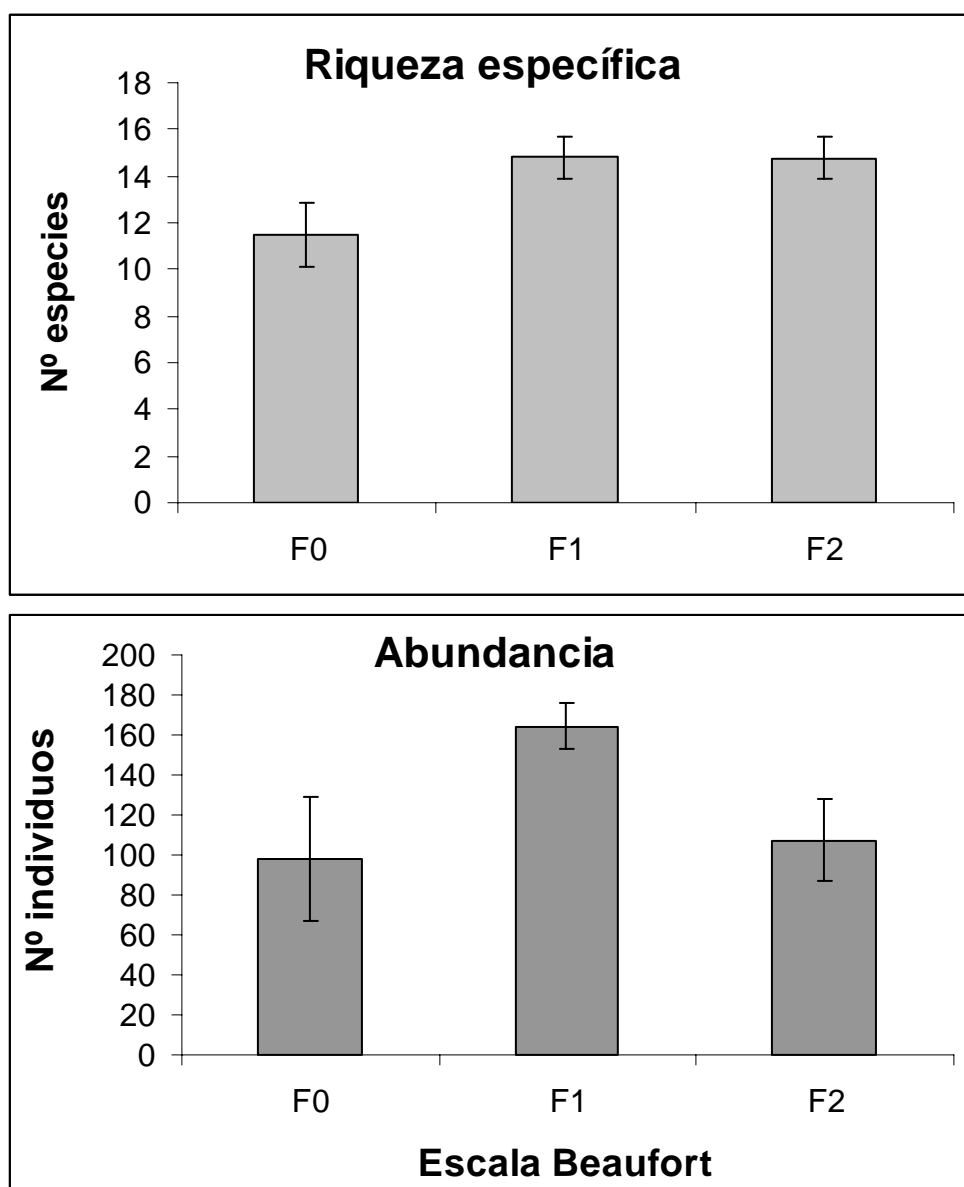


Figura 9. Riqueza y abundancia de ropalóceros registradas en función de la fuerza del viento en el transecto de Artxanda (Bizkaia). Las barras denotan errores estándar de la media.

Comparación del rendimiento de muestreo entre periodos bisemanales y semanales

En Armentia, los muestreos en periodos pares rinden un total de 60 especies (77 % respecto del total) y los impares 64 (82,1 %). En Artxanda, ambas cadencias bisemanales registran 26 especies (89,7 %).

Por otro lado, las curvas de rarefacción indican que el número de especies observado es función del número de individuos muestreados y por tanto, a igualdad de especímenes, el número de especies contadas permanece prácticamente igual, independientemente de la periodicidad con la que se muestree (Figura 10). En Armentia, aún eliminando la jornada de muestreo 8, que fue de inusual riqueza específica (Figura 8) y que se realizó en condiciones de cielo cubierto y tiempo fresco (Tabla 1), y eliminando también la jornada 7 para igualar en tamaño muestra, las diferencias entre periodos pares e impares se mantuvieron al mismo nivel.

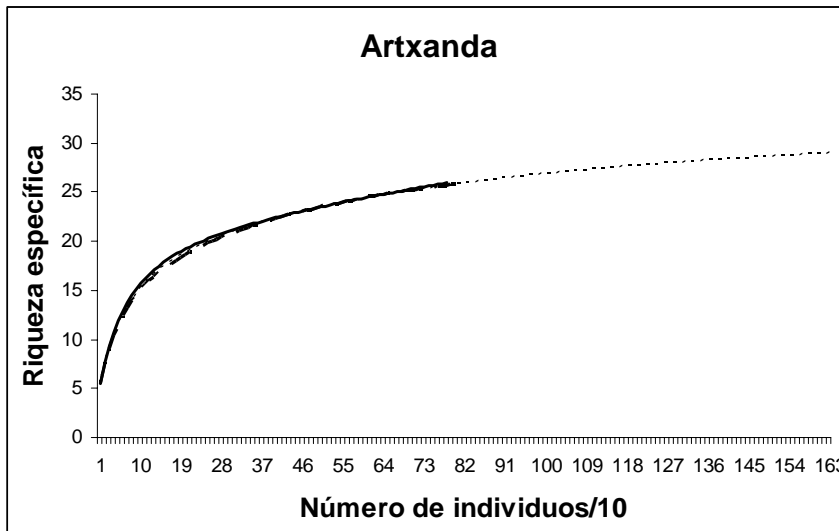
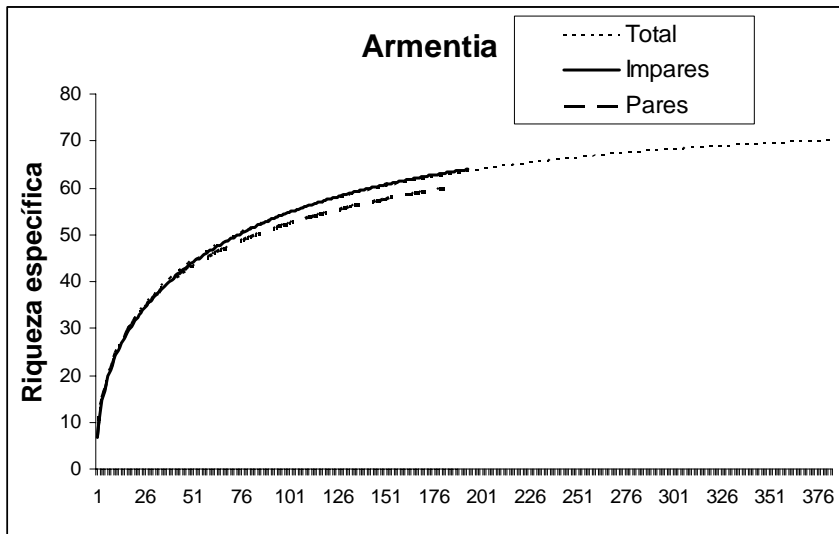


Figura 10. Curvas de acumulación de especies con el número de especímenes registrados para el conjunto de los 6 primeros periodos de muestreo pares e impares y para el total de los 13.

Potencial indicador de los ropalóceros

El análisis multivariante muestra como las 14 especies más abundantes (*Coenonympha arcania*, *Colias crocea*, *Gonepteryx rhamni*, *Heteropterus morpheus*, *Leptidea sinapis*, *Maniola jurtina*, *Melanargia galathea*, *Ochlodes venatus*, *Pararge aegeria*, *Pieris rapae*, *Polyommatus coridon*, *Polyommatus icarus*, *Pyronia tithonus*, *Vanesa atalanta*) diferencian primero los dos transectos del norte respecto al del sur, así como reflejan patrones de abundancia según la especie (Figura 11). 5 especies muestran mayor afinidad por Armentia, 2 por Alegia y 3 por Alegia y Artxanda al mismo tiempo. Por poner unos ejemplos, aunque no exclusivos de estos ambientes, en Alegia, *Pyronia tithonus* (sectores G9, G10, G13) y *Heteropterus morpheus* (G6, G12, G14) registran mayor abundancia por m de sector en zonas de arbolado caducifolio, o próximas a frondosas. Sin embargo, aparte de la diferenciación latitudinal, las agrupaciones de sectores no muestran patrones claros.

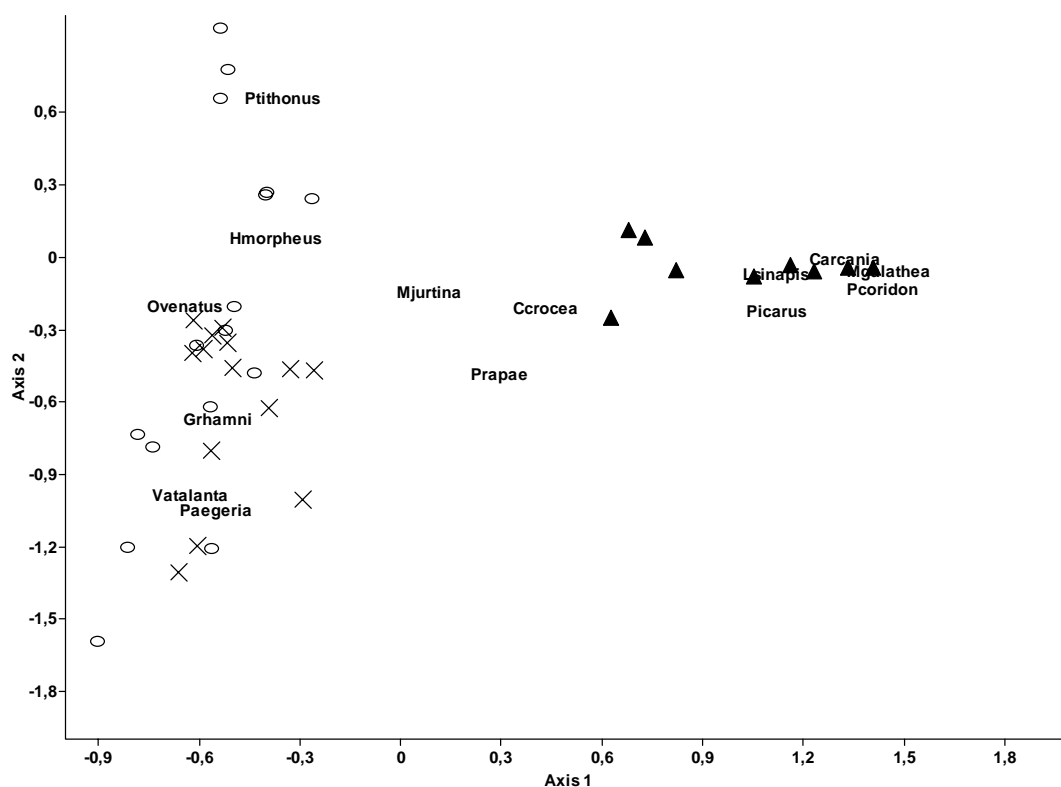


Figura 11. Análisis de correspondencias relacionando las 14 especies más abundantes con los sectores de los transectos de Armentia (triángulos), Artxanda (equis) y Alegia (óvalos).

Conclusiones y argumentación

Debido que al periodo global de muestreo no ha sido completo y que se ha trabajado con sólo 3 transectos, las conclusiones del presente estudio deben considerarse orientativas. Estas conclusiones se enumeran y argumentan a continuación:

1) El periodo global anual de muestreo no puede reducirse más y debe determinarse su comienzo a nivel del País Vasco: Como se ha comentado en la introducción el periodo de muestreo abarcado en el presente estudio (Julio-Septiembre) es menor que lo habitualmente empleado a nivel internacional (Abril-Septiembre en Gran Bretaña, Marzo-Septiembre en Cataluña). En años futuros el periodo de muestreo anual debería ampliarse, comenzando al menos en Abril. La bajada generalizada de la riqueza específica en todos los transectos observada en la última semana de Septiembre (incluso en condiciones meteorológicas idealmente adecuadas) está de acuerdo con otros programas internacionales que finalizan en Septiembre. Los resultados observados en la dinámica estacional del presente año indican que no hay un periodo claro de máxima diversidad, con lo que el tramo temporal no es reducible. Se podría argumentar que el pico en número de especies se acumula en Armentia hasta principios de Agosto. Sin embargo, analizando los datos de la tabla 1 se comprueba que tras el 10 de Agosto se dieron varias jornadas de escasa insolación y bajas temperaturas que pudieron afectar a los resultados obtenidos.

2) Se corrobora que las condiciones meteorológicas adecuadas coinciden con las experiencias de otras áreas europeas: A pesar de que sólo se ha contado con datos de 3 transectos, los días de menores temperaturas y nublados han rendido los datos más bajos de diversidad. Desde la prudencia de ser conscientes de no tener una serie de datos sólida para afirmarlo con rotundidad, hemos observado que una temperatura media menor de 20 °C durante el horario de muestreo parece afectar significativa y negativamente a la riqueza observada en un transecto.

3) Los criterios de sectorización de los transectos deberían reconsiderarse en el futuro: Los datos obtenidos no indican patrones claros de diversidades y abundancias a nivel de sectores. Al igual que sucede con los seguimientos para los atlas de aves, el problema puede radicar en el mosaicismo (falta de grandes áreas uniformes de un tipo de hábitat determinado) que presenta la geografía de la Comunidad Autónoma. Los datos parecen sugerir efectos interactivos entre hábitats próximos. Sería interesante con miras venideras realizar estudios que definan si hay una "longitud mínima de sector" a partir de la cual la presencia de especies se debe a la influencia de hábitats adyacentes o como afectan diferentes combinaciones de hábitats a las comunidades de ropalóceros en la Comunidad Autónoma.

4) A nivel teórico, el empleo de los ropalóceros como indicadores de diversidad en el País Vasco es indicado: El método recopila mucha información sobre una gran variedad de especies, permitiendo el análisis estadístico de los datos. Los resultados obtenidos mediante análisis multivariante indican también que las especies de ropalóceros muestran preferencias de hábitat y que sus comunidades tienen potencial discriminatorio de grupos de transectos y sectores.

5) A nivel práctico, la ejecución continua del programa de seguimiento durante años es problemática por falta de participantes formados: La demostración es que para el estudio piloto tan sólo ha podido contarse con 3 especialistas. Si se quiere desarrollar el programa de seguimiento, deben preverse cursos de formación. Otro

problema, es la necesidad de contar con muestreadores dispuestos a estar, durante varios meses seguidos, pendientes del tiempo y de salir regularmente al campo a recoger datos. El establecimiento de turnos y/o una cadencia de muestreo bisemanal pueden ayudar a paliar este problema.

6) Debe considerarse la posibilidad de una cadencia de muestreo bisemanal:

Como se ha comprobado, dentro del mismo transecto, a igualdad de individuos registrados, las diferencias de riqueza específica entre cadencias bisemanales y semanales son mínimas. A nivel total, la pérdida oscilaría entre el 10-20 % de las especies. Si bien, si el periodo global de muestreo se alargase (recordemos que el presente año ha sido más corto de lo recomendado) esta pérdida (dado las tendencias de las curvas de rarefacción) probablemente se minimizaría aún más. Otra ventaja de esta periodicidad es la mayor probabilidad de encontrar una jornada de muestreo en condiciones idóneas dentro de una climatología tan lluviosa, al menos en la parte norte del País Vasco.

Bibliografía

CBMS. 2006. Butlletí del Butterfly Monitoring Scheme a Catalunya 2005. *Cynthia* 5. Museu de Granollers.

CBMS. 2007. Butlletí del Butterfly Monitoring Scheme a Catalunya 2006. *Cynthia* 6. Museu de Granollers.

Gotelli, N. J. & Colwell, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecological Letters* 4: 379-391.

Greatorex-Davies, J.N. & Roy, D.B. 2001. *The Butterfly Monitoring Scheme. Report to Recorders 2000*. Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon, UK.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST – Palaeontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4 (1):9 pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Magurran, A. E. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd.

Pannekoek, J. & van Strien, A. 1996. *TRIM (TRends & Indices for Monitoring data)*. Statistics Netherlands. Voorburg, The Netherlands.

Pollard, E. & Yates, T.J. 1993. *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. Chapman & Hall, London.

Quinn, G. & Keough, M. 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press.

Stefanescu, C. 2000. El Butterfly Monitoring Scheme en Catalunya: los primeros cinco años. *Treballs de la Societat Catalana de Lepidopterologia* 15: 3-46.

van Swaay C.A.M., Maes, D. & Plate, C. 1997. Monitoring butterflies in The Netherlands and Flanders the first results. *Journal of Insect Conservation* 1: 81-88.