

VII SIMPOSIO de BIOCLIMATOLOGIA

Separata de:

AVANCES SOBRE LA INVESTIGACION EN BIOCLIMATOLOGIA

SIMPOSIO CELEBRADO EN EL CENTRO
DE EDAFOLOGIA Y BIOLOGIA APLICADA
DEL CUARTO (SEVILLA)
Diciembre, 1980

INDICE DE PRIMAVERA: NUEVO INDICE BIOCLIMÁTICO PARA EL ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL CLIMA SOBRE LA FAUNA.

A. Palanca Soler v C. Castán Lanasna

Departamento de Zoología. Colegio Universitario de Vigo.

RESUMEN:

Desde 1975, basándonos en los datos utilizados para la elaboración de las monografías de uno de nosotros (PALANCA) " Aspectos faunísticos v ecológicos de Lepidópteros altoaragoneses " (Memoria Doctoral) v " Aspectos faunísticos v ecológicos de Carábidos altoaragoneses " (Beca España de la Fundación Juan March), hemos intentado obtener un criterio que nos permita relacionar las características climáticas de una zona con la distribución espacial v temporal de Insectos en la misma. Este trabajo ha cristalizado en la obtención de lo que denominamos Índice de Primavera, que no sólo tiene una alta correlación con la distribución espacial v temporal de los Insectos, sino que también se relaciona bien con los tipos de paisaje. En este estudio demostramos las relaciones entre el Índice de Primavera v : paisaje altoaragonés, composición faunística, ciclo biológico v corología.

SUMMARY: SPRING INDEX: A NEW BIOCLIMATIC INDEX FOR STUDY THE INFLUENCE OF CLIME UPON THE FAUNE.

Since 1975, with base on the dates used for the elaboration of the monographies (PALANCA) " Faunistic and ecological aspects of altoaragoneses Lepidopterous " (Doctoral Memory) and " Faunistic and ecological aspects of altoaragoneses Carabidae " (Beca España. Fundación Juan March), we have tried to attain a criterion wich we allowe to relate the climatic characteristics of a zone with the spacial and temporal distribution of Insects in this zone. This work has crvstallized in the obtention of the Spring Index. This index has a high correllation not only whit the spacial and temporal distribution of Insects, but also with types of landscone.

INTRODUCCIÓN:

Nuestra línea de trabajo se centra en el estudio de la interacción clima-planta-insecto v su repercusión en la distribución espacial v temporal de la entomofauna altoaragonesa.

Desde los primeros estudios realizados sobre fauna de Lepidópteros v Carábidos, nos hemos planteado la posibilidad de obtener un índice climático sencillo que nos permitiera diferenciar claramente la influencia del clima sobre el insecto de la interacción vegetación-insecto. Para ello se han estudiado los datos obtenidos en

estaciones meteorológicas instaladas en el Alto Aragón por el Centro pirenaico de Biología experimental de Jaca (C.S.I.C.), utilizando también los datos correspondientes a la captura de cuatro centenares de especies (más de 25.000 ejemplares) de Lepidópteros y centenar y medio de especies (más de 10.000 ejemplares) de Coleópteros Carábidos.

Los Lepidópteros tienen una dependencia estricta de las plantas que les sirven de sustento y por ello su corología y sus hábitats están en íntima relación con la vegetación. En cambio, los Carábidos son depredadores y su corología depende de factores abióticos que se relacionan mas bien con el clima.

INDICE DE PRIMAVERA:

A la vista de estos datos se ha seguido un criterio ordenador de las localidades que nos ha permitido relacionar las características climáticas de éstas con la corología (en un principio) de las especies de Insectos estudiadas.

Este criterio ordenador se basa en el denominado por nosotros Índice de Primavera, que no sólo se relaciona bien con la corología de las especies sino también con la distribución temporal de las mismas y con el paisaje.

La fórmula de este índice es:

$$I_p = \frac{\sum_{\text{marzo-abril-mayo}} P/T_m}{3} - \frac{\sum_{\text{marzo-abril-mayo}} T_m}{30}$$

Siendo P= precipitación total mensual en mm.

T_m = temperatura media mensual en °Fahrenheit.

INDICE DE PRIMAVERA Y PAISAJE ALTOARAGONÉS:

Con arreglo a los valores del Índice de Primavera y de acuerdo con los criterios establecidos por los autores de estudios botánicos para la comarca, podemos agrupar las áreas en que se ubican los observatorios en varios conjuntos paisajísticos:

- 1.- Áreas intermedias entre el carrascal y el quejical submediterráneo:

Localidad	Indice de Primavera	Localidad	Indice de Primavera
Yesa	-3'8	Binacua	-3'6
Rerdún	-3'7	Artieda	-3'5

2.- Dominio del quejical:

Localidad	Indice de Primavera	Localidad	Indice de Primavera
Railo	-3'4	Aisa	-3'1
Sigués	-3'3	Bernués	-3'1
Embún	-3'3	Jaca	-3'0
Santa Cruz	-3'3	Botava	-2'8
Salvatierra	-3'2	Riescas	-2'8
Caldearenas	-3'2	Yebra	-2'8
Caniás	-3'1		

3.- Piso montano seco:

Localidad	Indice de Primavera	Localidad	Indice de Primavera
Escuer	-2'8	Aragués	-2'5
Castiello	-2'6	Hecho	-2'4

4.- Transición del montano seco al montano húmedo:

Localidad	Indice de Primavera	Localidad	Indice de Primavera
Ansó	-2'4	San Juan	-2'1
Bescós	-2'2	Aso	-2'0
Vésero	-2'1		

5.- Piso montano húmedo v subalpino:

Localidad	Indice de Primavera	Localidad	Indice de Primavera
Escarrilla	-2'0	Balneario de	
Formiñal	-1'5	Panticosa	-0'6

6.- Pastos de altitud (alpinizados altos v alpinos)

Localidad	Indice de Primavera
Candanchú	+0'3

INDICE DE PRIMAVERA Y COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA:

a) Índice de Mediterraneidad como exponente de la composición faunística:

Para caracterizar un territorio y permitir comparaciones con otros se ha utilizado un índice, definido por primera vez en la Monografía de uno de nosotros (PALANCA) " Aspectos faunísticos v eco-

lógicos de Lepidópteros altoaragoneses" v que se expresa como sigue:

$$I_m = \frac{M \times 100}{E}$$

Siendo E el número de especies con corología eurosiberiana v M el número de especies con corología mediterránea, conceptos ampliamente expuestos en la monografía de uno de nosotros. (PALANCA) " Aspectos faunísticos v ecológicos de Carábidos altoaragoneses", y resumidos en el último epígrafe del presente trabajo.

b) Variación de la fauna de Lepidópteros v Carábidos altoaragoneses en zonas con distinto Índice de Primavera:

Tabla 1. Índice de Primavera v composición faunística de Lepidópteros Ropalóceros altoaragoneses.

Corología		Índice de mediterraneidad	Índice de Primavera
Eurosiberiana	Mediterránea		
77	46	59'74	-3'5 a -2'5
51	21	41'17	-2'5 a -1'5
106	10	9'43	mayor de -1'5

Tabla 2. Índice de Primavera v composición faunística de Carábidos altoaragoneses.

Corología		Índice de mediterraneidad	Índice de Primavera
Eurosiberiana	Mediterránea		
25	13	192'3	menor de -3
34	42	123'5	-3 a -2
75	34	45'3	-2 a -1
41	13	31'7	-1 a 0
29	2	6'9	mayor de 0

Se observa la existencia de una correlación inversa entre el Índice de Primavera v la composición faunística, representada por el índice de Mediterraneidad. Por otro lado, a una misma variación del Índice de Primavera corresponde una mayor variación de la fauna de Carábidos que de la de Lepidópteros.

c) Variación interanual de la fauna de Lepidópteros v Carábidos de una zona en relación con la variación del Índice de Primavera

ra de la misma.

Tabla 3. Variación del número de especies e individuos de Lepidópteros nocturnos atraídos con lámpara de vapor de mercurio en Jaca, v su relación con la variación anual o bianual del índice de Primavera en la misma localidad.

Años	Índice de Primavera		nº especies	nº individuos
1968	-3'85	-2'7	84	3.086
1969	-1'5		70	8.701
1970	-3'81	-3'0	48	2.542
1971	-2'11		32	3.866

Observamos que el cambio anual del índice de Primavera tiene un efecto inmediato sobre el número de individuos capturados, pero no sobre el de especies. Para que el número de especies varíe es necesario que el índice de Primavera fluctúe en el mismo sentido durante largos periodos de tiempo.

Tabla 4. Variación de la composición faunística de Carábidos capturados de 1971 a 1976 v Carábidos citados en años anteriores a 1970 en el Alto Aragón, en relación con la variación del índice de Primavera reflejada en la variación del mismo en tres localidades situadas en paisajes diferentes.

Años	Índice de Primavera en			Índice de mediterraneidad del Alto Aragón.
	Candanchú	Artieda	Yesa	
1971-76	+ 0'3	-3'5	-3'8	59'3 (=35 x 100 / 59)
1959-67	- 1'5	-4'1	-4'3	61'1 (=52 x 100 / 85)

Los estudios dendrocronológicos del Pino negro realizados por CRFUS v PUIGDEFABREGAS (1976) en el Alto Roncal (límite del Pirineo navarro con el aragonés), concluyen que en el Alto Aragón occidental han existido épocas en que las altas presiones al desbordarse por el occidente europeo bloquearon el paso de los ciclones atlánticos v favorecieron unas condiciones climáticas continentales: veranos secos v cálidos con primaveras frías. Estos periodos alternaron con otros de tipo oceánico: veranos húmedos v frescos con

primaveras suaves. El último intervalo de clima tipo continental se extendió desde el año 1934 hasta 1967 y su máxima intensidad se detecta en los años 1959 a 1967.

Comparando el índice de Primavera de tres localidades (no hemos podido encontrar datos de más) vemos que existe una correlación entre la variación interanual de la fauna y la variación del Índice de Primavera. Observamos el mismo efecto que si en la tabla 2 las áreas con Índice de Primavera de 0 a -1 se convirtieran en áreas con Índice de Primavera de -1 a -2. Esto es, la disminución del Índice de Primavera acarrea el aumento del Índice de Mediterraneidad y una variación en el número de especies.

ÍNDICE DE PRIMAVERA Y CICLO BIOLÓGICO: RETRASO EN LA EMERGENCIA DE IMAGOS:

Tabla 5. Comparación del retraso en la emergencia en el Alto Aragón de imagos de 20 especies de Lepidópteros ubicuistas y univoltinos, con respecto a la emergencia de los mismos en la Alta Provenza (más mediterránea) en relación con la variación del Índice de Primavera (. 1971-76).

Localidades	Sos-Yesa	Jaca	San Juan	Oza	Localidades altimontanas
Días de retraso	6	13	31	44	50
Índice de Primavera	-3.8	-3.0	-2.1	-1.5	+0

Se observa la alta correlación existente entre la variación del índice de Primavera y el retraso en la emergencia de imagos.

ÍNDICE DE PRIMAVERA Y COROLOGÍA:

Con el fin de facilitar la comprensión de este epígrafe exponemos a continuación un breve resumen de nuestro concepto de los distintos tipos corológicos de especies.

Especies eurosiberianas son las que se distribuyen por Europa Media y Septentrional y Siberia, llegando a veces a Africa del N. Dentro de este tipo de especies podemos distinguir: especies circumboreales o de taiga, muchas de las cuales se encuentran también bastante al sur, pero siempre a grandes altitudes (Pirineos, Alpes, etc..) y se denominan boreo-alpinas. Especies Medio-Europeas, que

ocupan Europa Central, habitando bosques de hoja caduca como hayedos, etc. y que a veces en la Península Ibérica llegan a alcanzar los Pirineos, Montes cantábricos y excepcionalmente Sierra Nevada y Macizo Ibérico. Especies Europeo-Atlánticas, que cubren en general la Europa occidental de clima oceánico; algunas de ellas se extienden más hacia el sur llegando incluso a África del N. Estas últimas, en la Península Ibérica, se distribuyen por la vertiente atlántica y los macizos septentrionales y medios. Especies alti-montanas: especies de altas montañas europeas que se distribuyen por los Vosgos, Jura, Macizo Central francés, Alpes, Montes Dináricos, Auvernia, Balcanes, Cevennes, Pirineos, Montes Cantábricos y Sierra de Guadarrama. De éstas derivan otras con una distribución restringida a zonas de este ámbito (especies endémicas de Pirineos, Montes Cantábricos y Guadarrama, y especies endémicas pirenaicas).

Especies Mediterráneas: su distribución está netamente delimitada en su borde norte por la presencia de cadenas montañosas próximas a la costa. En su parte africana y oriental llegan hasta las extensiones áridas del Sahara y de la región Aralo-Caspiana. El Mediterráneo ha sufrido en el Terciario numerosas transformaciones que han afectado a su configuración geográfica, seguidas de vicisitudes climáticas en el Cuaternario y de una ocupación humana muy precoz. Todo ello es causa del origen de numerosos endemismos y de la subdivisión del área mediterránea en varias subáreas, como por ejemplo el área Mediterráneo-Occidental (Tirrénidas, Ibéricas, Bético-Rifereñas, etc..) que abarcaría la Península Ibérica, Baleares, norte de África, Francia del SE, Cerdeña, Sicilia, Córcega e Italia.

Especies de Europa Media y Mediterránea (incluidas entre las Mediterráneas en el Índice de Mediterraneidad): Además de las especies Mediterráneas en sentido estricto, un gran número de especies Mediterráneas en sentido lato se extienden más o menos ampliamente hacia el norte en la región Eurosiberiana. En su mayor extensión llegan desde Canarias hasta el Cáucaso.

En la tabla que se expone a continuación (tabla 6) se observa que el 81% de las especies Eurosiberianas aparecen en localidades con índices de primavera altos, y lo mismo sucede con las especies de Europa Media y Mediterránea que son, no obstante, especies más

tolerantes a los bajos índices de Primavera. Las especies Mediterráneas (sentido estricto) aparecen principalmente en índices de primavera bajos, tolerando bien los altos .

Tabla 6. Variación de especies con respecto a los índices de Primavera en el Alto Aragón.

I.de Primavera	mayor de -1	-1 a -2	-2 a -3	menor de -3
Furosiberianas	29 30%	41 42%	75 77%	34 35%
Europa Media y Mediterránea	2 6%	9 25%	25 69%	20 56%
Mediterráneas s.str.	0 0%	4 14%	9 31%	22 76%

Tabla 7. Distribución de especies altoaragonesas en el resto de la Península Ibérica comparando con la variación de los índices de Primavera.

I.de Primavera	-3 a -4	-4 a -5	-5 a -7
Furosiberianas	17 81%	6 21%	2 10%
Europa Media y Mediterránea	16 80%	10 50%	9 45%
Mediterráneas S.str.	8 47%	8 47%	13 76%

De las especies altoaragonesas se ha eliminado las que no estaban citadas en localidades ibéricas que tuviesen datos meteorológicos (datos publicados por MONTERO y GONZALEZ, 1974).

A la vista de estas dos tablas podríamos concluir que las especies Furosiberianas, al igual que las de Europa Media y Mediterránea, tienen un óptimo en índices comprendidos entre -2 y -3, si bien a partir de este óptimo (índices superiores a -2) las especies de Europa Media y Mediterránea disminuyen rápidamente, mientras que las Furosiberianas se adaptan bien. El óptimo de las especies Mediterráneas s.str. se da en índices de Primavera muy bajos (-5 a -7).

Esto explicaría que en ciertos índices de Primavera haya una reducción tanto del número de especies Furosiberianas como del nú-

mero de especies Mediterráneas, va que las primeras encontrarían un límite corológico inferior y las segundas un límite corológico superior. Esto puede observarse, para los Lepidópteros Ropalóceros, en la tabla 1, Ip. de $-2^{\circ}5'$ a $-1^{\circ}5'$, que corresponde a un paisaje montano seco y montano húmedo y su transición al subalpino.

En el caso de los Carábidos, en Índices de Primavera superiores a -1, además de reducirse el número de especies Mediterráneas desaparecen también muchas de las especies Eurosiberianas, quedando únicamente las especies altimontanas y las endémicas derivadas de éstas (vease tabla 2). Estos índices corresponderían a pastos de altitud. En índices comprendidos entre -3 y -4 aparece una fauna de tránsito entre los dominios mediterráneos y los montanos, estando empobrecida en elementos mediterráneos en sentido estricto, que están en su límite septentrional de distribución, y en elementos Eurosiberianos y en parte también en elementos de Europa Media y Mediterránea, para los que supone su límite meridional de distribución. Nos referimos a la fauna del dominio del cuetical de la Canal de Berdún, sobre la que incide además una gran influencia antrópica.

Todas estas consideraciones nos llevan a estudiar las características fisiológicas de estos grupos de insectos. Sobre estos estudios se están preparando una serie de trabajos bajo el título de "Carábidos altoaragoneses: morfología y capacidad funcional" y "Lepidópteros altoaragoneses: morfología y capacidad funcional", ya que la elección de hábitat se debería a una característica fisiológica propia de las especies.

A nuestro juicio, este índice resulta de gran utilidad para la programación de muestreos, caracterización de climas regionales a partir de datos faunísticos, predicción y control de plagas, etc..

Este trabajo irá seguido por otros en los que se expongan estudios comparados entre el índice de Primavera y otros índices bioclimáticos, el índice de Primavera y la corología paleártica de las especies, así como la relación de este índice con la distribución espacial y temporal de otros grupos de Insectos altoaragoneses.

BIBLIOGRAFÍA CITADA EN EL PRESENTE TRABAJO:

- CREUS, J. y PUIGDEFABREGAS, J. 1976.- Climatología histórica y dendrocronología del *Pinus uncinata* RAMOND. *Cuadernos de Investigación* 2, 17-30. Logroño.
- MONTERO, J.L. y GONZALEZ, J. 1974.- *Diagramas bioclimáticos*. I.C.O.N.A. Madrid.
- PALANCA, A. 1977.- Aspectos faunísticos y ecológicos de Lepidópteros altoaragoneses. *Memoria Doctoral. Univ. de Barcelona*.
- PALANCA, A. 1979.- Aspectos faunísticos y ecológicos de Coleópteros Carábidos altoaragoneses. *Beca España, Fundación Juan March (1977)*. Madrid.
- TRABAJOS DE LOS MISMOS AUTORES DE INTERÉS PARA EL ESTUDIO DEL ALTO ARAGÓN:
- PALANCA, A. -1971.- Notas sobre distribución ecológica de macrolepidópteros altoaragoneses. *Pirineos* 103 ; 37-67. Jaca.
- CALLE, J. y PALANCA, A.- 1972.- Notas sobre distribución ecológica de macrolepidópteros altoaragoneses. II *Noctuidae*. *Pirineos* 108 ; 107-119. Jaca.
- ESPANOL, F. y PALANCA, A.- 1974- Invertebrados terrestres más conspicuos y característicos del Alto Urgel, Alto Ripada, Cerdaña y Andorra. *Ambito de VII Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos*; 76-78. Jaca.
- PALANCA, A.-1975.- National Report for Spain. *Proceeding of the Second International Symposium European Invertebrate survey. August 14-18, 1973*. Huntingdon. Inglaterra.
- PALANCA, A.- 1976.- Labor entomofenológica realizada en el Alto Aragón. Ecofisiología de Lepidópteros. *Actas de la IV Reunión de la Ponencia de Climatología del C.S.I.C. Publ. Centr. Pir. Biol. exp.* 7 (2); 23-44. Jaca.
- PALANCA, A.- 1977.- Lepidópteros y tiempo atmosférico. *Graellsia* 31; 61-77. Madrid.
- PALANCA, A. y GALANTE, E.- 1977.- Datos para el estudio de la biología de los lepidópteros altoaragoneses. *Publ. Centr. Pir. Biol. exp.* 8 ; 41-66. Jaca.
- PALANCA, A. y ORTOS, 1978.- Interacción entre la radiación y los ciclos biológicos de coleópteros de resinosas en el Valle de Roncal (Navarra). *Actas de la VI Reunión de la Ponencia de Bioclimatología del C.S.I.C.* Salamanca.
- PALANCA, A.-1979.- Aspectos faunísticos y ecológicos de Coleópteros Carábidos altoaragoneses (avance). *Serie Universitaria de la Fundación Juan March*. 88 . Madrid. (Monografía), *Serie Universitaria de la Fundación Juan March*. (en prensa).
- PALANCA, A. 1979.- Aspectos faunísticos y ecológicos de Lepidópteros altoaragoneses (resumen). *Publ. Facultad de Ciencias. Univ. de Barcelona*. (monografía), *Publ. Centr. Pir. Biol. exp.* Jaca (en prensa).
- PALANCA, A. Lepidópteros de la vertiente meridional pirenaica, en DENDALETCHÉ, *Guía del Naturalista en los Pirineos*. Omega. Barcelona.
- PALANCA, A., ASCASO, C., CASTÁN, C.- Contribución al estudio de coleópteros Cerambícidos altoaragoneses. *Pirineos*. Jaca (en prensa).