(043) "2000" ABO

1600201307X

Universitat de Lleida
Registre General
17 MAIG 2000
E: 2466 S:

UNIVERSITAT DE LLEIDA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA

DEPARTAMENT DE PRODUCCIÓ VEGETAL I CIÈNCIA FORESTAL

TESIS DOCTORAL

INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD AGRARIA SOBRE LA ECOLOGÍA DE LAS COMUNIDADES DE ROPALÓCEROS (*Insecta: Lepidoptera*) COMO INDICADORES DE BIODIVERSIDAD EN EL SOMONTANO DE BARBASTRO (Sierras Marginales del Prepirineo Aragonés)

UNIVERSITAT DE LLEIDA
BIBLIOTECA CENTRAL

FRANCISCO-PEDRO ABÓS CASTEL

1884-37160

0159-63360

Tesis doctoral: INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD AGRARIA SOBRE LAS COMUNIDADES DE ROPALÓCEROS...

Autor: Francisco-Pedro Abós Castel

ERRATAS

Página 281, tabla IV.IV.19

En la columna "exclusivos del quejigar" debe eliminarse *E. tagis*.

Página 281 tabla IV.IV.20

En la fila del quejigar, columna Pieridae, sustituir 1 por 0; columna del total, sustituir 18 por 17.

UNIVERSITAT DE LLEIDA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA

DEPARTAMENT DE PRODUCCIÓ VEGETAL I CIÈNCIA FORESTAL

TESIS DOCTORAL

INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD AGRARIA SOBRE LA ECOLOGÍA DE LAS COMUNIDADES DE ROPALÓCEROS (INSECTA: LEPIDOPTERA) COMO INDICADORES DE BIODIVERSIDAD EN EL SOMONTANO DE BARBASTRO (SIERRAS MARGINALES DEL PREPIRINEO ARAGONÉS)

MEMORIA

FRANCISCO-PEDRO ABÓS CASTEL

Lleida, 11 de julio de 2000

UNIVERSITAT DE LLEIDA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA

DEPARTAMENT DE PRODUCCIÓ VEGETAL I CIÈNCIA FORESTAL

TESIS DOCTORAL

INCIDENCIA DE LA ACTIVIDAD AGRARIA SOBRE LA ECOLOGÍA DE LAS COMUNIDADES DE ROPALÓCEROS (*INSECTA: LEPIDOPTERA*) COMO INDICADORES DE BIODIVERSIDAD EN EL SOMONTANO DE BARBASTRO (SIERRAS MARGINALES DEL PREPIRINEO ARAGONÉS)

Memoria presentada y defendida el 11 de julio de 2000 por Francisco Pedro Abós Castel en la Universidad de Lleida, para optar al grado de Doctor.

Director: Dr. Antonio Palanca Soler

Tutora: Dra. Matilde Eizaguirre Altuna

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. D. Antonio Palanca Soler, director de esta tesis por su total disposición desde un principio, seguimiento continuo y sabios consejos y criterios manifestados en la concreción, orientación y desarrollo del tema.

A la Dra. Dª Matilde Eizaguirre Altuna, tutora de esta tesis por su disposición y consejos durante la elección y realización de los cursos de doctorado y su ayuda en la corrección del borrador.

A la Dra. Dª Rosario Fanlo por sus orientaciones en los inicios, antes incluso de determinar con claridad el tema de esta tesis.

Al Dr. D. Josep Antoni Conesa i Mor por su constante disposición y su colaboración decisiva en la determinación y corrección de los inventarios vegetales.

Al Dr. D. Federico Fillat por sus orientaciones y consejos en la concreción del tema de esta tesis y su ayuda y facilidades para la consulta de la biblioteca del Instituto de Ecología de Jaca.

A la dirección del Instituto de Ecología de Jaca por sus facilidades para la consulta de la biblioteca del centro.

A la Dirección General del Medio Natural del Gobierno de Aragón por las autorizaciones para realizar los muestreos y capturas de ejemplares.

A D. Luis García Carqué por sus orientaciones y aclaraciones estadísticas.

A mi esposa María Eugenia y a mis hijos Francisco y Clara por su disposición siempre alentadora y su paciencia continuada durante la toma de datos y la confección del documento.

A todas las personas que han contribuído a mi formación humana y técnica.

A PILAR MI MADRE Y A MI PADRE EN EL RECUERDO

A LOS PEQUEÑOS Y A LOS INDEFENSOS

RESUM

La repercussió de l'activitat agrària en vers de l'entorn natural i la creixent preocupació per la diversitat biològica, justifiquen la present investigació. El tàxon *Rhopalocera*, (*Insecta*: *Lepidoptera*), és el bioindicador adoptat, degut a què compleix les condicions necessàries i és un component del paisatge. Es tria la comarca del "Somontano de Barbastro" ja que compta amb una amplia representació de paisatges amb diferents intensitats de gestió agrària, que es constitueixen en una gradació que varia des d'illes de conreu tradicional, dins l'ecosistema natural, fins a monocultius de regadiu. Per altra banda, la comarca es troba immersa en un clima semiàrid i subhumit on s'assenta gran part de l'activitat agrària a nivell general. És remarcable també, la presència de serralades marginals del Prepirineu aragonès on es troben presents els dominis climàcics vegetals de la roureda de roure de fulla petita (*Violo-Quercetum fagineae*) i del carrascar (*Quercetum rotundifoliae*).

Es determina l'efecte que diferents intensitats d'activitat antròpica, (preferentment agrària), exerceixen en vers comunitats de ropalòcers i la distribució comarcal de les espècies.

Dins de cada domini vegetal, es consideren diferents formacions vegetals tot depenent del grau d'intervenció antròpica: bosc dens, bosc aclarit, brolla, illes de conreus, camps de conreus abandonats i conreus actuals. Pel que fa a la intensitat de gestió agrària, es diferencien: illes de conreus dins l'ecosistema natural, (pluriconreu i monoconreu), conreus de secà i conreus de regadiu, (pluriconreu, monoconreu herbaci i monoconreu arbori).

S'ha emprat el transsecte en banda de 700 x 10 m, amb mostreig durant 40 minuts i a tres indrets, (repeticions), per paisatge i mes, dintre del període de temps comprés entre els dies 15-30 des del mes de març fins el mes d'octubre.

S'analitzen les preferències ambientals a nivell familiar i específic, la composició i l'estructura faunística als diferents tipus de paisatge i es realitza una anàlisi biocenològica de similitud faunística entre ells. Es correlaciona la diversitat biològica amb la presència de paràmetres derivats de l'activitat antròpica.

S'han inventariat 138 espècies de ropalòcers, les quals constitueixen el 55 % del cens actual de la península Ibèrica, essent descrites llurs característiques ecològiques més importants, diagrames de vol i distribució corològica per espècie en quadrícules UTM de 5 km de costat.

La riquesa més gran d'espècies es troba als paisatges amb presència d'ecosistema natural, així com als grans espais oberts amb brolles.

Dintre del conjunt comarcal, la roureda de roure de fulla petita (amb 109 espècies) és més diversa que el carrascar (amb 101 espècies); i tots dos dominis són més diversos que el agrosistema (amb 73 espècies).

Dins l'ecosistema agrari, la riquesa més gran en espècies es produeix a les illes de pluricultiu tradicional, amb una diversitat similar a la del bosc aclarit. La mínima riquesa i diversitat es troba al monocultiu. El secà és més ric en espècies que el regadiu i dins d'aquest és fonamental la presència de lleguminoses i pratenses plurianuals.

Pertorbacions antròpiques lleugeres a l'ecosistema natural mantenen la diversitat, si bé, aquesta decreix amb l'eliminació de la vegetació natural. La intensificació de l'agricultura produeix una disminució dràstica i una variació específica a les poblacions de lepidòpters, disminuint els *Satyridae* i incrementant els *Pieridae*; l'abundància de marges és determinant pel manteniment de la diversitat de l'agrosistema. La diversitat biològica d'un paisatge és afavorida per la presència d'ecosistema natural, per una cobertura arbòria mitjana, una elevada cobertura arbustiva-herbàcia i un cert grau d'activitat agrària.

Existeix alta similitud faunística entre la roureda de roure de fulla petita i el carrascar. *Pieridae* s'associa a l'agrosistema i a intensitats altes de gestió agrària, *Satyridae*, *Nymphalidae* i *Lycaenidae* a l'ecosistema natural poc intervingut.

Per la seva composició faunística, els paisatges s'agrupen en funció de la presència de brolles, grau d'intervenció antròpica i presència de reg, arbrat i marges.

S'estableixen espècies tolerants a una activitat forestal moderada i intolerants a l'activitat agrària, indicadores per tant de "salut" i "equilibri" ecològics. També es descriuen espècies tolerants a una activitat agrària moderada i d'altres espècies afavorides per aquesta activitat, essent en aquest cas, indicadores de paisatges amb una gestió agrària elevada i en conseqüència, una diversitat biològica baixa.

PARAULES CLAU

Activitat agrària; *Rhopalocera*; *Lepidoptera*; Ecologia; Biodiversitat; Somontano Barbastro; Prepirineu.

RESUMEN

La repercusión de la actividad agraria sobre el entorno natural y la preocupación creciente por la diversidad biológica justifican esta investigación. Se han elegido el taxon *Rhopalocera* (*Insecta: Lepidoptera*) como bioindicador por cumplir las características adecuadas para ello y ser componente del paisaje y la comarca del Somontano de Barbastro por contar con una amplia representación de paisajes con distintas intensidades de gestión agraria, desde islas de cultivo tradicional entre el ecosistema natural a monocultivos de regadío y por estar enclavada en clima semiárido y subhúmedo, donde se asienta en general gran parte de la actividad agraria; situada en las sierras marginales del Prepirineo Aragonés, en ella tienen importancia los dominios vegetales de quejigar (*Violo-Quercetum fagineae*) y carrascal (*Quercetum rotundifoliae*).

Se ha determinado el efecto que diferentes intensidades de actividad antrópica (preferentemente agraria) ejercen sobre las comunidades de Ropalóceros y la distribución comarcal de las especies.

En cada dominio vegetal se han considerado distintas formaciones vegetales o paisajes según el grado de intervención antrópica, bosque denso, bosque claro, matorral, islas de cultivo, campos de cultivo abandonados y cultivos actuales; dentro de los cultivos, distintas intensidades de gestión agraria, islas de cultivo entre ecosistema natural (pluricultivo y monocultivo), cultivos de secano y cultivos de regadío (pluricultivo, monocultivo herbáceo y monocultivo arbóreo).

Se ha utilizado el método de transecto en banda de 700 x 10 m, muestreando durante 40 minutos, en tres localidades (repeticiones) por formación vegetal y mes entre los días 15-30 desde marzo a octubre.

Se han analizado las preferencias ambientales entre familias y especies, la composición y estructura faunística en las distintas formaciones vegetales, realizando un análisis biocenológico de similitud faunística entre ellos y correlacionando la diversidad biológica con la presencia de parámetros derivados de la actividad antrópica.

Se han inventariado 138 especies de ropalóceros, el 55 % del censo de la Península Ibérica, describiendo sus características ecológicas más sobresalientes, diagramas de vuelo y distribución corológica por especies en cuadrículas proyección UTM de 5 km de lado.

La mayor riqueza en especies se encuentra en paisajes con presencia de ecosistema natural y grandes espacios abiertos con matorral autóctono.

En el conjunto comarcal el dominio del quejigar con 109 especies es más diverso que el carrascal con 101 especies y ambos más que el agrosistema con 73 especies.

En el ecosistema agrario la máxima riqueza en especies se produce en islas de pluricultivo tradicional con una diversidad similar a la del bosque claro; la mínima riqueza y diversidad en el monocultivo. El secano es más rico en especies que el regadío y en éste es fundamental la presencia de leguminosas y pratenses plurianuales.

Perturbaciones antrópicas ligeras en el ecosistema natural mantienen la diversidad, la cual decrece con la eliminación de la vegetación natural. La intensificación de la agricultura produce un descenso drástico y una variación específica en las poblaciones de lepidópteros, disminuyendo *Satyridae* e incrementándose *Pieridae*; la abundancia de márgenes es determinante en el mantenimiento de la diversidad del agrosistema. La diversidad biológica de un paisaje es favorecida por la presencia de ecosistema natural, por una cobertura arbórea media, una elevada cobertura arbustivo-herbácea y un cierto grado de actividad agraria.

Existe alta similitud faunística entre quejigar y carrascal. *Pieridae* va asociada al agrosistema y a intensidad alta de gestión agraria, *Satyridae, Nymphalidae* y *Lycaenidae* al ecosistema natural poco intervenido.

Tomando como referencia la composición faunística los paisajes se agrupan según presencia de matorral, grado de intervención antrópica y presencia de riego, arbolado y márgenes.

Se citan especies tolerantes a una actividad forestal moderada e intolerantes a la actividad agraria, indicadoras de "salud" y "equilibrio" ecológicos; otras tolerantes a una actividad agraria moderada y otras favorecidas por tal actividad e indicadoras de paisajes con gestión agraria elevada y diversidad biológica baja.

PALABRAS CLAVE

Actividad agraria; *Rhopalocera*; *Lepidoptera*; Ecología; Biodiversidad; Somontano Barbastro; Prepirineo

SUMMARY

This research study has been carried out due to the incidence of agrarian activity on natural land and the increasing preoccupation over diversity. The *Rhopalocera* (*Insecta: Lepidoptera*) have been employed as bioindicators since they have suitable features for this purpose and they constitute part of the landscape; the Somontano of Barbastro has been chosen for this study because of its landscapes wit diverse intensities of agrarian management: from tillage-isles in natural ecosystems to very intensively managed irrigated land. This natural region is located at Prepyrenean mountains having semiarid and subhumid climate and holding the dominion of gall-oak (*Violo-Quercetum fagineae*) and holm-oak (*Quercetum rotundifoliae*).

We have determined the effects of agrarian management intensity on butterfly communities and also, the spatial distribution of the species.

In each vegetal dominion we have studied several landscapes as a function of anthropic activity: woodland, open-woodland, bushy-land, cultivated-islands, abandoned cultivation lands and cultivated land. Within the agrosystem we have studied several agrarian management intensities, cultivated land within natural ecosystems, irrigated and non-irrigated land.

We have utilized a transect band (700 x 10 m) as sampling method. Three different localities were sampled during 40 min for each landscape and each month from march to october. Sampling was carried out within the second half of each month.

Environmental preferences of species and families have been analyzed, as well as species composition and faunistic structure in several landscapes. Biocenologic and faunistic similarity analyses have been carried out among landscapes and we have also correlated biodiversity with anthropic activity parameters.

138 butterfly species have been catalogued (55% of total species number on Iberian Peninsula) together with their main ecologic characteristics, flight diagrams and corologic distribution in squares UTM 5 km/side.

The highest species richness is found in natural ecosystems and open bushy land.

Gall-oak dominion with 109 species and holm-oak dominion with 101 species are both more diverse than the agrosystem with 73 species.

The highest species richness found in agrarian ecosystems takes place in traditional cultivated-islands with similar diversity to open woodland ecosystems. The lowest richness and diversity occurs in monocultures. Dry farming is species richer than irrigated land, being specially important the presence of prairies with a dominance of leguminous plants.

Biodiversity on natural ecosystem is maintained by light disturbances of anthropic origin. It decreases together with the removal of natural vegetation. Intensive management causes a dramatic fall on the numbers of butterflies, changing so their populations; *Satyridae* and *Pieridae* families are particularly affected by management. Border effect appears to be essential for diversity maintenance in agrosystems. Landscape biodiversity is favoured by the presence of a natural ecosystem, a tree-canopy, a dense bush-canopy or grassland-canopy and a certain degree of agrarian activity.

There is a high faunistic similarity between gall-oak and holm-oak dominions.The family *Pieridae* is closely linked to intensively managed agrosystems while families *Satyridae*, *Nymphalidae* and *Lycaenidae* are closer related to natural ecosystems with low degree of disturbance.

In function of their faunistic composition landscapes are grouped together by bush presence/absence, degree of anthropic disturbance, irrigation, tree-canopy and border effects.

We relate some species that accept moderate forest activities but don't accept agrarian activities, which indicate the ecologyc "health" and "equilibrium" of the ecosystem; other species that tolerate a moderate agrarian activity and some others that are favoured for this activity; these last are used as bioindicators of landscapes with intensive agrarian management and low biologic diversity.

KEY WORDS

Agrarian activity; *Rhopalocera*; *Lepidoptera*; Ecology; Biodiversity; Somontano Barbastro; Prepirenean.

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

MEMORIA

Pag.

I. INTRODUCCIÓN 1

I.1. PLANTEAMIENTO INICIAL 3
I.2. JUSTIFICACIÓN 5
I.2.1. Diversidad biológica como objeto de investigación y caracterizador paisajístico 5
I.2.2. Actividad agraria como factor o variable de la investigación 5
I.2.3. Taxocenosis Rhopalocera (Insecta:Lepidoptera) como indicador de la biodiversidad 7
1.2.4. Comarca Somontano de Barbastro como espacio donde llevar a cabo la investigación 8

I.3. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS 10

I.3.1. Estudios relacionados con la Comarca Somontano 10
I.3.2. Estudios sobre ecología de los lepidópteros y su relación con las características paisajísticas (preferencias ambientales) 11
I.3.3. Estudios sobre relación lepidópteros y actividad agraria 19
I.3.4. Estudios sobre artrópodos como indicadores de biodiversidad 27
I.3.5. Metodología del muestreo 32
I.3.6. Medición de la diversidad 34

II. OBJETIVOS 37

III. MATERIAL Y MÉTODOS 41

III.I. MATERIAL 43

III.I.1. Emplazamiento de la investigación. Análisis general del área geográfica 45
III.I.1.1. El medio abiótico 45
III.I.1.1.1. Situación y límites geográficos 45
III.I.1.1.2. Geomorfología y edafología 49
III.I.1.1.3. Climatología 52
III.I.1.1.4. Hidrología 57
III.I.1.2. El medio biótico 58
III.I.1.3. El medio socioeconómico 59
III.I.1.3.1. La población 59
III.I.1.3.2. La actividad antrópica 60

III.I.2. Caracterización de la vegetación actual de la comarca 64
III.I.2.1. Grandes Dominios Vegetales 64
III.I.2.1.1. Tercio norte de la comarca 64
III.I.2.1.2. Tercio central de la comarca 65
III.I.2.1.3. Tercio sur de la comarca 65
III.I.2.2. Caracterización del agrosistema 68

III.I.3. Caracterización de los paisajes muestreados 71
III.I.4. Características generales y clasificación de los Rhopalocera (Insecta: Lepidoptera) 78

III.II. METODOLOGÍA 85

III.II.1. Caracterización de los dominios vegetales donde realizar la investigación 87
III.II.2. Selección de los paisajes a muestrear dentro de cada dominio vegetal 88
III.II.3. Ubicación de las estaciones o localidades de muestreo 89
III.II.3.1. Características exigidas 89
III.II.3.2. Caracterización de las estaciones de muestreo 89
III.II.3.3. Ubicación de las estaciones de muestreo 92
III.II.4. Método de muestreo 95
III.II.4.1. Tipo de muestreo 95
III.II.4.2. Horario más adecuado para realizar los muestreos 98
III.II.4.3. Época y duración de los muestreos 101
III.II.4.4. Superficie a muestrear 104
III.II.4.5. Resumen de las características del muestreo por paisaje 104
III.II.5. Toma de datos 105
III.II.5.1. Ejecución de los muestreos 105
III.II.5.2. Número de muestreos 105
III.II.5.3. Realización de la toma de datos 106
III.II.6. Análisis de los datos 107
III.II.6.1. Análisis estadístico 107
III.II.6.2. Análisis faunístico 107
III.II.6.2.1. Composición faunística y preferencias ambientales de los ropalóceros en distintos paisajes de cada dominio 108
III.II.6.2.2. Estructura faunística (diversidad alfa) 108
III.II.6.2.2.1. Riqueza anual y estacional en especies según familias 108
III.II.6.2.2.2. Abundancia poblacional 109
III.II.6.2.2.3. Diversidad biológica (Uniformidad en la distribución de las especies) 110
III.II.6.2.2.4. Relaciones entre los índices de diversidad 112
III.II.6.3. Propuesta de una ecuación para la estimación de la diversidad paisajística 113
III.II.6.4. Análisis biocenológico. Similitud faunística entre los distintos paisajes (diversidad beta) 114
III.II.6.4.1. Similitud faunística entre pares de paisajes 114
III.II.6.4.2. Similitud faunística entre el conjunto de paisajes 114
III.II.6.5. Inventario de las especies de ropalóceros 115
III.II.7. Caracterización de los paisajes según especies de ropalóceros vinculadas y presencia de indicadores 116

IV. RESULTADOS 117

IV.I. ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES DE ROPALÓCEROS EN EL DOMINIO DEL QUEJIGAR 119

IV.I.1. Composición faunística y preferencias ambientales de los ropalóceros en los distintos paisajes del dominio del quejigar 121
IV.I.2. Estructura faunística familiar de los distintos paisajes 127
IV.I.2.1. Riqueza en especies (S) 127
IV.I.2.2. Abundancia poblacional (N) 131
IV.I.2.3. Densidad poblacional (Nd) 133
IV.I.2.4. Diversidad biológica 142
IV.I.2.5. Resumen de la estructura faunística 144
IV.I.3. Correspondencia entre determinados parámetros derivados de la intervención antrópica y la variación de la diversidad 146
IV.I.4. Análisis biocenológico de los distintos paisajes según las comunidades de ropalóceros que albergan 148
IV.I.4.1. Similitud faunística entre los distintos paisajes 148
IV.I.4.2. Caracterización de los paisajes del dominio del quejigar según especies de ropalóceros vinculadas 156

IV.II. ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES DE ROPALÓCEROS EN EL DOMINIO DEL CARRASCAL 159

IV.II.1. Composición faunística y preferencias ambientales de los ropalóceros en los distintos paisajes del dominio del carrascal 161
IV.II.2. Estructura faunística familiar de los distintos paisajes 168
IV.II.2.1. Riqueza en especies (S) 168
IV.II.2.2. Abundancia poblacional (N) 173
IV.II.2.3. Densidad poblacional (Nd) 175
IV.II.2.4. Diversidad biológica 185
IV.II.2.5. Resumen de la estructura faunística 187
IV.II.3. Correspondencia entre determinados parámetros derivados de la intervención antrópica y la variación de la diversidad 189
IV.II.4. Análisis biocenológico de los distintos paisajes según las comunidades de ropalóceros que albergan 191
IV.II.4.1. Similitud faunística entre los distintos paisajes 191
IV.II.4.2. Caracterización de los paisajes según especies de ropalóceros vinculadas 200

IV.III. ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES DE ROPALÓCEROS EN EL AGROECOSISTEMA EN EL DOMINIO DEL CARRASCAL 203

IV.III.1. Composición faunística y preferencias ambientales de los ropalóceros en los distintos paisajes 205
IV.III.2. Estructura faunística familiar de los distintos paisajes 212
IV.III.2.1. Riqueza en especies (S) 212
IV.III.2.2.. Abundancia poblacional (N) 219
IV.III.2.3. Densidad poblacional (Nd) 222

IV.III.2.4. Diversidad biológica 233
IV.III.2.5. Resumen de la estructura faunística 235
IV.III.3. Correspondencia entre determinados parámetros derivados de la intervención antrópica y la variación de la diversidad 237
IV.III.4. Análisis biocenológico de los distintos paisajes según las comunidades de ropalóceros que albergan 241
IV.III.4.1. Similitud faunística entre los distintos paisajes 241
IV.III.4.2. Caracterización de los paisajes según especies de ropalóceros vinculadas 249

IV.IV. ANÁLISIS COMARCAL DE LAS COMUNIDADES DE ROPALÓCEROS 253

IV.IV.1. Composición faunística comarcal 255
IV.IV.2. Estructura faunística familiar comarcal 259
IV.IV.2.1. Riqueza en especies (S) 259
IV.IV.2.2. Abundancia poblacional (N) 261
IV.IV.2.3. Diversidad biológica 270
IV.IV.2.4. Resumen de la estructura faunística 272
IV.IV.3. Correspondencia entre determinados parámetros derivados de intervención antrópica y la variación de la diversidad 273
IV.IV.4. Análisis biocenológico de las comunidades de ropalóceros que albergan 274
IV.IV.4.1. Similitud faunística entre los dominios vegetales 274
IV.IV.4.2. Caracterización de los dominios según especies de ropalóceros vinculadas 280
IV.IV.5. Distribución comarcal de las especies 284

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS 287

V.1. Estructura faunística de las distintas formaciones vegetales de la comarca 289
V.1.1. Paisajes del dominio del quejigar 289
V.1.2. Paisajes del dominio del carrascal 290
V.1.3. Paisajes del agroecosistema 292
V.1.4. Conjunto comarcal 298
V.2. Diversidad faunística de las distintas formaciones vegetales de la comarca 300
V.2.1. Diversidad en los paisajes del dominio del quejigar 300
V.2.2. Diversidad en los paisajes del dominio del carrascal 300
V.2.3. Diversidad en los paisajes del agroecosistema 301
V.2.4. Diversidad biológica de la comarca 303
V.3. Correlación entre diversidad y determinados parámetros 304
V.3.1. Cobertura arbórea 304
V.3.2. Cobertura arbustivo-herbácea 304
V.3.3. Nivel de gestión agraria 305
V.3.3.1. Índice de parcelación 305
V.3.3.2. Abundancia de márgenes 305
V.3.3.3. Otros 306
V.4.Similitud faunística de las distintas formaciones vegetales de la comarca 308
V.4.1. Similitud entre paisajes en el quejigar y carrascal 308
V.4.2. Similitud entre los paisajes del agroecosistema 311

V.4.1. Similitud entre los dominios vegetales de la comarca 313
V.5. Caracterización de los paisajes según las especies de ropalóceros que los colonizan 315
V.5.1. Caracterización de los paisajes del quejigar y carrascal 315
V.5.2. Caracterización de los paisajes del agroecosistema 317
V.5.1. Caracterización general de la comarca 320
V.6. Distribución espacio-temporal de los ropalóceros en la comarca 321
V.7. Aplicación a la actuación y gestión agrarias 326

VI. CONCLUSIONES 331

VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA Y CITADA 339

ANEXOS

ANEXO 1.- INVENTARIO-CATÁLOGO COMARCAL DE LOS ROPALÓCEROS (Distribución espacio-temporal)

ANEXO 2.- INVENTARIOS VEGETALES

ANEXO 3.- ANTECEDENTES SOBRE COROLOGÍA DE ROPALÓCEROS Y ACTIVIDAD ANTRÓPICA-DIVERSIDAD (Anexo a los antecedentes bibliográficos)

ANEXO 4.- LÁMINAS FOTOGRÁFICAS

ANEXO 5.- ÍNDICES DE TABLAS, FIGURAS, TAXONES E INVENTARIOS VEGETALES

I. INTRODUCCIÓN

I.1. PLANTEAMIENTO INICIAL

La acción antrópica ha influido desde antiguo y con distinta intensidad en la conformación del paisaje[1] y en los ecosistemas que lo integran.

En la edad Media, a partir del siglo XIII se llevaron a cabo en Europa roturaciones a gran escala; únicamente las actividades de caza de algunos terratenientes y poderosos contribuyeron a la conservación de algunos bosques, muchos de los cuales perduran hasta hoy como vestigios de la primitiva vegetación europea. Durante los siglos XIX y XX la presión antrópica sobre los recursos naturales ha sido y es cada vez más intensa como consecuencia del aumento demográfico y de la aparición de nuevas formas de demanda, unido frecuentemente a una inadecuada utilización de aquellos.

Durante el siglo XIX se inició una reacción contra el progresivo deterioro del paisaje, más patente con la revolución industrial y el aumento demográfico. Estados Unidos tras un período de destrucción general de sus recursos naturales fué pionero en la conservación; así en 1864 protegía por ley los paisajes del valle de Yosemite (California) y en 1872 creaba el primer Parque Nacional en Yellowstone (Wyoming). España fué pionera en Europa en establecer áreas protegidas con la declaración en 1918 de los Parques Nacionales de Montaña de Covadonga en la cordillera Cantábrica (Asturias) y Ordesa en el Pirineo central (Huesca).

A partir de la conferencia de la UNESCO celebrada en 1948 en Fointenebleau se hicieron los primeros esfuerzos en pro de una verdadera conservación de la Naturaleza; este conservacionismo se inició y perduró durante mucho tiempo bajo un aspecto romántico y poco basado en un análisis profundo de las verdaderas necesidades de conservación; fué en la segunda mitad del siglo XX cuando debido a la gravedad y urgencia del problema se estudió e investigó en sus raíces más profundas, uniendo esfuerzos y legislando a nivel supranacional.

Dos posturas al parecer incompatibles se mantienen desde hace unas décadas: el desarrollo tecnológico e industrial y el ecologismo o conservacionismo a ultranza. "No se trata de compaginar dos actitudes que hasta ahora parecían incompatibles, el desarrollo y la conservación. Se trata de la necesidad de integrar la conservación en los procesos de desarrollo, ya que sin conservación no puede haber desarrollo sostenido" (de la Estrategia Mundial para la Conservación, ONU, en ORTUÑO, 1981).

Los factores climáticos, la situación geográfica, la naturaleza del suelo y sus propiedades químicas determinan el carácter del medio vital; los microorganismos, las plantas y los animales forman una comunidad de vida tendente hacia un equilibrio ecológico. En el interior de su hábitat, la mayor parte de las especies animales (entre ellas las mariposas, objeto de este estudio) no habitan más que los sectores que les ofrecen condiciones favorables para su reproducción y desarrollo: de acuerdo con GEIGER *et al.* (1987) los biotopos de los ropalóceros están ligados frecuentemente a zonas definidas por la presencia de asociaciones vegetales típicas.

[1] Se utiliza paisaje en la acepción de GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ (1981) como "la percepción multisensorial de un sistema de relaciones ecológicas", asimilándolo al concepto de formación vegetal

Las actividades antrópicas se desarrollan en el medio natural y es la agraria en sus dimensiones agrícola, ganadera y forestal la actividad que utiliza aquel como soporte necesario incidiendo fuertemente en el mismo.

El problema se plantea en términos de intensidades espacio-temporales de intervención y gestión agrarias. La actividad agrícola tradicional se desarrollaba hasta épocas recientes en armonía con el medio natural; las transformaciones no eran tan extensas en el espacio, rápidas en el tiempo e intensas en la gestión como en la actualidad; se conservaban los suelos y se almacenaba el agua de lluvia mediante la construcción de terrazas o bancales; abundaban las márgenes y los setos e islas de vegetación natural; apenas se utilizaban agroquímicos ni pesticidas[2].

En las últimas décadas la creciente tecnificación, la incorporación de la industria agroquímica y la industrialización de la producción, han contribuido a que la incidencia agraria pueda resultar altamente negativa para la diversidad natural del medio físico y biótico donde se desarrolla, habiendo muchos lugares en que la modificación del paisaje se ha producido de forma drástica. "Se trata ahora de definir una agricultura en el marco de un desarrollo sostenible según enfoques tecnocéntricos o bien ecocéntricos" (DALY y GAYO, 1995) con todas sus variantes e intensidades de gestión.

Era necesario plantear una investigación dentro de un entorno agrario concreto, en un área donde se produjeran cercanos en el espacio distintos tipos de intensidad de gestión agraria desde ligera a muy intensiva para comprobar su incidencia sobre la diversidad biológica. El entorno elegido debía conservar además áreas con ecosistemas naturales suficientemente amplios y con distintos grados de intervención antrópica, de ligeros a moderados, para poder establecer relaciones comparativas con el ecosistema agrario.

Respondiendo a la preocupación actual por la conservación de la diversidad de los ecosistemas, esta investigación trata de cuantificar los efectos de distintos grados de intensidad en la gestión agraria con la variación de la biodiversidad de un ecosistema respecto a la de otro que puede considerarse cercano al original[3] en áreas semiáridas a subhúmedas donde consideramos se ubica principalmente la actividad agrícola más competitiva. Se utiliza un indicador biológico adecuado y fácilmente mensurable.

Tras la experiencia personal en el sector agrario, de la observación minuciosa y de los antecedentes bibliográficos consultados se parte de la siguiente hipótesis que se trata de verificar:

- **La actividad antrópica en el entorno, puede modificar la diversidad biológica.**
- **La ocupación antrópica extensa del espacio cuando conlleva uniformación del paisaje disminuye la diversidad biológica.**
- **La aplicación de una técnica agraria intensiva disminuye la diversidad biológica.**

[2] Observación personal en lugares de agricultura tradicional hoy abandonados y comunicaciones personales con agricultores.

[3] En este caso los distintos paisajes agrarios del agrosistema, con el bosque y bosque aclarado (carrascal y quejigar).

I.2. JUSTIFICACIÓN

I.2.1. Diversidad biológica como objeto de investigación y caracterizador paisajístico

El tema de la degradación medioambiental sobrepasa la simple competencia de instituciones específicamente dedicadas a la protección de la naturaleza y se extiende a los organismos políticos y a los encargados de la gestión económica, los cuales se ven forzados a variar las estrategias de uso del territorio; una preocupación actualmente creciente en el ámbito científico es la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad que encierran.

El trabajo y dedicación de los técnicos agrarios[4] y forestales está siendo impulsado cada vez más aunque lentamente en la dirección del conservacionismo y uso sostenido, en detrimento del tradicional aprovechamiento economicista de los recursos de la tierra.

Tras la Convención Internacional sobre Diversidad Biológica, Medioambiente y Desarrollo, preparada en la Conferencia de las Naciones Unidas en junio de 1992 en Río de Janeiro, puesta en vigor el 29 de diciembre de 1993 y tras las reuniones interministeriales de Bahamas en 1994 y Yakarta en 1995 para discutir mecanismos de ejecución, varios países han desarrollado una estrategia para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. En octubre de 1995 el Consejo de Europa presentó y fue aprobada por la Conferencia de Ministros Europeos en Sofía (Bulgaria) una estrategia paneuropea para salvaguardar la biodiversidad del Continente y sus paisajes amenazados; esta estrategia, innovadora en muchos aspectos, será aplicable hasta el año 2016 a través de planes de acción de 4-5 años de duración; España fue reconocida como uno de los países más ricos en cuanto a biodiversidad.

La actualidad tanto científica como divulgativa, política e incluso reivindicativa, de conceptos como biodiversidad y desarrollo sostenible, hace justificable este proyecto de investigación.

I.2.2. Actividad agraria como factor incidente o variable a investigar

La actividad agraria, cuyo objetivo principal consiste en mejorar racionalmente los procesos productivos agrarios, no hace sino manejar los factores ambientales siendo una de las actividades humanas que inciden con mayor intensidad en los ecosistemas naturales.

La transformación agraria no se reduce al sólo manejo de especies y variedades de plantas y razas animales, sino que afecta a ecosistemas, formaciones vegetales y a gran parte del territorio.

[4] Gremio al que pertenece el autor

En las últimas décadas, con la tecnificación se ha tendido a la maximización de la producción agraria; ante los graves problemas de deterioro medioambiental y el dilema entre maximizar la producción o conservar el medio, surge el planteamiento de Agricultura y Desarrollo Sostenible.

Aun siendo la actividad agraria la que históricamente más ha transformado el medio natural, las prácticas tradicionales han contribuído a la creación de ciertos ecosistemas y paisajes ambientalmente valiosos, donde alternan campos cultivados y ecosistemas naturales que permanecen diversificados por la propia y constante actividad antrópica.

La intensificación tecnológica inductora de transformaciones rápidas, se ha convertido en un agente de negativas incidencias ambientales; hay dos actuaciones agronómicas paradigmáticas: las grandes transformaciones en regadío, que suponen la creación de un nuevo paisaje agrario con modificaciones del balance hídrico del suelo y la concentración parcelaria que induce a una importante simplificación del paisaje.

Con la actividad agraria se crea un particular tipo de ecosistema, el sistema agrícola o agrosistema en el cual la hacienda agrícola es una variable ecológica esencial influyendo y determinando la composición, el funcionamiento y la estabilidad del sistema; se trata de "un sistema intervenido y se distingue por una reducción de la complejidad del sistema natural con mayor número de aportes y con altos rendimientos" (TIVY, 1990); la denominación más usual encontrada en la bibliografía es la de agroecosistema, que aquí se utiliza en el capítulo de Resultados III al considerar los paisajes agrarios y el ecosistema natural dentro de un conjunto predominando uno u otro; sin embargo utilizamos también el término agrosistema cuando nos referimos a paisajes con gran predominio de cultivos en los que el ecosistema natural está anulado o muy reducido.

Las preferencias ambientales de los ropalóceros han sido estudiadas por numerosos autores con referencias a factores abióticos y distintos tipos de cobertura vegetal, preferentemente en áreas húmedas y ecosistemas forestales, sin embargo no han sido suficientemente abordadas particularizando para todo un conjunto de ecosistemas agrarios.

La bibliografía sobre relación entre lepidópteros y actividad agraria es exhaustiva en lo referente a la fitopatología agrícola, aspecto que aquí no se trata; en cuanto a la correlación entre la actividad agrícola y la composición poblacional de ropalóceros los estudios encontrados se centran principalmente en Gran Bretaña, Centroeuropa, este de Asia y zonas de Estados Unidos de Norteamérica, en ambientes en general muy humanizados, tales que sus conclusiones no son totalmente aplicables a la Cuenca Mediterránea en general ni a la Península Ibérica donde son distintas tanto la diversidad en especies como los sistemas de gestión agraria y las condiciones climatológicas.

Los estudios encontrados casi siempre generalizan, comparando ecosistemas naturales con cultivados y no investigando de forma exhaustiva los derivados de distintos tipos de gestión agraria entre sí y con ecosistemas naturales con distintos grados de intervención antrópica.

La novedad de este proyecto es el estudio comparativo de toda una serie de parámetros derivados de la actividad antrópica, realizado entre formaciones vegetales con distinto grado de degradación (desde bosque denso a monocultivo de regadío) y dentro de coordenadas espaciales y características climáticas próximas. La investigación se lleva a cabo en los dominios vegetales del quejigar (*Buxo-Quercetum fagineae* Br.-Bl. & O. de Bolòs, 1950) y del carrascal (*Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & O. de Bolòs, (1956) 1957), muy generalizados en los climas semiárido y subhúmedo en los que tiene lugar gran parte de la actividad agrícola.

Dada la innegable repercusión de la actividad agraria sobre el entorno y la actualidad del tema de la conservación y/o restauración de la biodiversidad a nivel mundial y particularmente a nivel europeo, consideramos de interés las conclusiones que puedan derivarse de esta investigación y de otras similares.

I.2.3. Taxocenosis "Rhopalocera (Insecta: Lepidoptera)" como indicador de la biodiversidad

Para la elección de la taxocenosis se siguió el criterio de que el indicador fuera:

- Componente integrante y visual del paisaje.
- Grupo taxonómico con individuos fácilmente identificables de cara a una política de gestión y conservación.
- Indicador de la biodiversidad reconocido en la bibliografía existente.
- Grupo bien estudiado biológica y etológicamente.

Entre las distintas taxocenosis que pueden cumplir la primera premisa nos inclinamos por los insectos, menos estudiados que otros grupos animales.

Se eligió los ropalóceros o mariposas diurnas por considerar que cumplen las características reseñadas; clase Insecta, orden Lepidoptera, superfamilias Papilionoidea, Hesperioidea, Nymphaloidea, Lycaenoidea, incluyendo la subfamilia Zygaeninae y el género *Adscita* (subfamilia Procridinae) de la superfamilia Zygaenoidea[5].

Se trata de un grupo zoológico vinculado estrechamente al mundo vegetal existiendo una correspondencia entre las fitocenosis y su lepidopterofauna; todas las especies de esta taxocenosis, en su estado larvario son fitófagas; su presencia o ausencia así como su abundancia darán al investigador una pauta sobre la diversidad vegetal.

Se trata de un grupo taxonómico situado en la base de la cadena trófica, por lo que su presencia o ausencia condiciona la de sus depredadores.

Cumple todas las condiciones establecidas por BROWN (1991), por NOSS (1990) y por PEARSON (1994) en RIBERA y FORSTER (1997): Taxonomía conocida, distribución amplia, presencia de especies de distribución restringida, fácil de muestrear y con cierto atractivo popular. Según RIBERA y FORSTER (1997) "Conocer la diversidad medida como la riqueza en especies de esta taxocenosis, es fundamental por

[5] No se clasifica entre los ropalóceros, pero la actividad de sus imagos es diurna y son fácilmente detectables, por lo que se ha incluido en esta investigación.

su importancia en cuestiones de ecología y biogeografía y también para la gestión en la política proteccionista".

Es reconocido por diversos autores que la presencia o ausencia de estos insectos es el primer indicador de la salud o alteración de un sistema (ver I.3. Antecedentes Bibliográficos).

Es componente vital y forma parte ostensible del paisaje, con especies y familias fácilmente identificables y por lo mismo útil a la hora de valorar de manera rápida el grado de alteración de un ecosistema.

I.2.4. Comarca Somontano de Barbastro como espacio donde llevar a cabo la investigación

La selección del área donde llevar a cabo la investigación, se hizo siguiendo el criterio de la representatividad:

- Tener unidad geográfica y socioeconómica conteniendo actuaciones antrópicas distintas con un espectro amplio de situaciones.
- Contener ecosistemas naturales diferentes y representativos de otras muchas zonas geográficas.
- Albergar distintas formas de actuación agraria, desde una gestión tradicional y ligera a muy intensiva.
- Extensión suficientemente amplia de acuerdo con la bioetología de la taxocenosis elegida.
- Ser representativa de una zona geográfica.

Estas características las reunía a priori la comarca del Somontano de Barbastro, con claros límites geográficos, con unidad socioeconómica y con una agricultura diversa. En ella coexisten dos dominios vegetales principales generalizados en otros muchos territorios: quejigar (*Violo-Quercetum fagineae* Br.-Bl. & O. de Bolós, 1950) con intervención antrópica ligera o moderada y carrascal (*Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & O. de Bolós, (1956) 1957) con intervención antrópica moderada. El agrosistema[6], en el dominio del carrascal, contiene distintos tipos de agricultura, desde sistemas tradicionales de cultivo en secano muy parcelados, a secanos de monocultivo cerealista en grandes parcelas, desde regadíos tradicionales muy parcelados a otros altamente tecnificados mediante sistemas por goteo, aspersión en cobertura total y en sistema Pivote en parcelas de gran superficie.

Cada uno de los dominios mencionados incluye paisajes o entornos con distintos grados de intervención antrópica desde bosque denso a cultivos.

La actuación antrópica en la comarca se remonta a la prehistoria con existencia de restos prehistóricos[7] (BALDELLOU, 1990) y con restos de una agricultura

[6] Predominio de cultivos con presencia muy escasa o nula del ecosistema natural. Ver en Material III.I.2 "caracterización de la vegetación actual y del agroecosistema".

[7] Pinturas rupestres en la cuenca del río Vero, declaradas Parque Cultural por el Gobierno de Aragón.

tradicional; además conserva todavía suficientes ecosistemas naturales próximos a la clímax y de extensión suficiente para la investigación que se pretende.

El ecosistema predominante es el carrascal ubicado en clima semiárido a subhúmedo, desde el seco al carrascal con boj muy abundantes y representativos de gran parte de la Península Ibérica, por lo que los resultados y conclusiones aquí obtenidos pueden ser extrapolables a otros muchos lugares. Además del carrascal pueden estudiarse en la comarca el quejigar, el matorral procedente del carrascal eliminado, antiguos campos de cultivo abandonados hace al menos 3-4 décadas en los que se organizan ecosistemas interesantes que cierran el ciclo climácico hacia el ecosistema original. Se encuentran por tanto cercanos en el espacio y dentro de coordenadas climáticas similares, toda una gama paisajística, desde el bosque denso poco alterado al cultivo intensivo de regadío.

La ubicación en el piso colino y somontano, entre las zonas más húmedas (pirenaicas) y las más áridas (cubeta del valle del Ebro), con presencia de ecosistemas naturales de amplia distribución geográfica, de sierras y tierras llanas y de una agricultura diversificada, le proporcionan gran cantidad de biotopos y ambientes ecológicos distintos que hacen sea una comarca idónea para concluir esta investigación y representativa con resultados extrapolables a otras de características similares.

I.3. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS[8]

Las numerosas investigaciones reseñadas en las revistas especializadas a nivel mundial, dan idea de la importancia concedida en medios científicos al tema aquí tratado.

Se mencionan en este apartado las referencias existentes consultadas sobre los aspectos más directamente relacionados con esta investigación, incluyendo en el anexo 3 por agilidad en la lectura de esta memoria, las correspondientes a generalidades sobre distribución corológica de los lepidópteros en el mundo, en la Península Ibérica y en Aragón y los relacionados de forma general con la actividad antrópica, diversidad y conservación.

I.3.1. Estudios relacionados con la comarca Somontano

Félix de Azara, nacido en Barbuñales en 1746 aunque no por sus publicaciones sobre el Somontano, merece citarse por ser oriundo de tal comarca y por su dedicación a insectos y otros artrópodos en sus *Viajes por la América Meridional (1809)* (BACH y COMPTE, 1997)

Muy escasa es la investigación sobre temas relacionados con la Naturaleza en la comarca.

El Centro de Estudios del Somontano de Barbastro (CESB) concede becas de investigación sobre temas relacionados con la comarca y a través de artículos publicados en su revista anual *SOMONTANO* y de su monográfico *VERO* da a conocer investigaciones sobre temas de Historia, Arte, Antropología, Etnología, Naturaleza, Agricultura. CASTELLO, (1982); NAVARRO, (1987); ABÓS-CASTEL, (1990b;1991;1992); GÓMEZ-BAHILLO, (1991); AIBAR, (1992); MOLINA y PERTIÑEZ, (1997) publican estudios relacionados con la Naturaleza y Agricultura del Somontano.

CARNICER (1994) aborda diversos aspectos relacionados con el medio rural y el medio ambiente, las causas de la destrucción o alteración de los espacios naturales tanto antiguas como actuales y la influencia antrópica sobre el paisaje comarcal.

Por su cercanía, citamos los trabajos de investigación realizados por LOZANO (1997) y por GARCÍA-CARQUE (1997) en el límite sureste comarcal, que analizan en el contexto de la Política Agraria Común (PAC) la importancia de la parcelación y de la presencia de terrenos incultos en la diversidad del ecosistema agrario.

En cuanto a estudios sobre lepidópteros, B. Kitschelt es visitante pionero de la comarca del Somontano el cual da a conocer sus resultados en 1933 (REDONDO, 1990).

[8] Complemento de interés de éstos antecedentes es el anexo 3.

ABÓS-CASTEL (1975; 1978: 1980; 1983; 1988b; 1990a; 1995a) publica la distribución de lepidópteros en cuadrículas UTM de 10 x 10 km. El mismo autor (1994, 1995b) hace referencia a la zona noroccidental de la comarca con distribución corológica en cuadrículas de 5 x 5 km.

BOLLAND (1976) y REDONDO (1990) hacen referencia a determinadas y escasas capturas en la comarca, principalmente en los alrededores de Barbastro y sin profundizar en el tema.

I.3.2. Estudios sobre ecología de los lepidópteros y su relación con las características paisajísticas (preferencias ambientales)

Faunística y distribución

Con alguna excepción, los estudios científicos sobre ecología de los lepidópteros comienzan a desarrollarse en la década de 1970; los primeros estudios se dirigen hacia las mariposas de hábitats boscosos por autores como THOMAS (1974); POLLARD (1979); WARREN (1981) todos en OATES (1995) se apoyan en la taxonomía, distribución geográfica y biológica y comienzan a abundar en la década de 1980 a la vez que se generaliza el concepto de Biodiversidad y voces alarmistas sobre la pérdida acelerada de la misma comienzan a desarrollar el concepto de Desarrollo Sostenible.

MONTSERRAT (1976) se ocupa por primera vez y con detalle de una taxocenosis de lepidópteros en la Sierra de Guadarrama. Tesis de licenciatura y doctorales en España sobre ecología y faunística de las mariposas pueden citarse a BULLON (1974); LANTERO (1980); SARTO (1980); YELA (1980); VIEJO (1981); PINO (1982); GARCIA-BARROS (1986); BAZ (1985); JORDANO (1987); MUNGUIRA (1987); PALANCA (1976); MOLINA (1988a); RODRIGUEZ (1991); CIFUENTES (1992); CABALLERO (1996); GUTIERREZ (1997a).

La correspondencia existente entre las especies de ropalóceros y el paisaje vegetal es tratada por EHRLICH y RAVEN (1964), presenta considerable interés y su estudio ha ido en aumento desde principios de los años 1980; pioneros en este tema son los trabajos de TEMPLADO (1983); ARANGUREN y BAEZ (1984); VIEJO (1984a; 1984b); BAZ (1986a); TEMPLADO y VIEJO (1985); PINO y VIEJO (1987).

Sobre distribución espacial de los lepidópteros en relación con determinados biotopos pueden citarse las publicaciones de VIEJO y SANCHEZ-CUMPLIDO (1982); TEMPLADO (1983); VIEJO y TEMPLADO (1986); GEIGER *et al.* (1987); MOLINA, (1988a; 1988b); SÁNCHEZ-CERRO y VIEJO (1988); VIEJO, MARTÍN y DE SILVA (1988); BAZ (1987;1989); IBERO *et al.* (1989); LERAUT (1992); YELA (1992).

SHREEVE (1995) estudia los factores que afectan a la movilidad de las mariposas en Gran Bretaña, señalando la estabilidad y la calidad del hábitat como influyentes en la actividad individual.

Sobre diversidad estacional (GARCÍA-BARROS, 1982; BAZ, 1986b); fenología y abundancia (GARCÍA-BARROS, 1984; SARTO, 1984). Las preferencias ambientales son tema abordado por autores como VIEJO (1982b; 1982c); IBERO y VIEJO (1988); faunística y ecología por LANTERO (1980); SARTO (1980); VIEJO (1984b); PALANCA (1987); la dinámica poblacional es tratada por SARTO (1982); MOLINA (1989), éste último considera la dinámica temporal a la luz de dos variables: el clima y la arquitectura de la vegetación.

Estos estudios que complementan los trabajos de distribución hasta entonces más abundantes, se generalizan en los años 1990 en detrimento de los taxonómicos y corológicos, que ya se consideraban superados, ante lo cual no tardan en alzarse voces abogando por la vigencia e interés de éstos últimos.

Factores abióticos

McCOY (1990) estudia en Carolina del norte (USA) la distribución de los insectos a lo largo de gradientes altitudinales llegando a la conclusión que el máximo de la riqueza en especies de insectos se debe a complejas interacciones ecológicas locales, latitud, perturbaciones y muestra elegida; diversas investigaciones han concluido que la riqueza en especies disminuye con la altitud geográfica (LAWTON *et al.*, 1987)

En la dinámica poblacional de los lepidópteros influyen factores abióticos como la humedad relativa, el fotoperíodo, la temperatura, el viento, la intensidad de la luz y la relación humedad/temperatura (PALANCA, 1975; 1987)

El viento no es un factor significativo en las pautas de vuelo, si bien, vientos fuertes pueden ocasionar disminución de individuos en vuelo (FRAZER, 1973; WOOD y SAMWAYS, 1991); "la actividad en vuelo se inhibe más por las altas temperaturas y la baja humedad "(CHAPMAN, 1971 en WOOD y SAMWAYS, 1991)

Algunas especies de mariposas incrementan sus índices en veranos calurosos; otras presentan una relación negativa; según POLLARD (1988) hay especies con relación positiva o negativa con respecto a los valores de temperatura y lluvia. En las fluctuaciones de las poblaciones de mariposas influyen las variaciones en el tiempo atmosférico que actúan directamente o a través de los efectos sobre las plantas nutricias, predadores y parásitos (PALANCA, 1975; POLLARD, 1988).

Los cobijos del viento y del calor se asumen como el principal factor abiótico asociado con tramas, setos y bordes de bosque (STERLING, 1991; 1996), que por efectos microclimáticos como el aumento de temperatura y humedad pueden tener impactos beneficiosos sobre las mariposas; las diferencias de tiempo atmosférico, principalmente insolación y lluvia, de un año a otro pueden explicar distintas abundancias anuales tal como indica DOVER (1996)

POLLARD (1988) presenta datos de cambios en abundancia poblacional en 31 especies de mariposas en Gran Bretaña en el período 1976-86: observa una relación entre el incremento en número y el calor en un verano seco; es frecuente la relación entre condiciones tempranas de humedad en el año anterior y el incremento de la abundancia de lepidópteros en el siguiente; "las temperaturas y las lluvias invernales no muestran relación fuerte con el número de mariposas" (POLLARD, 1988).

GUTIÉRREZ y MENÉNDEZ (1995; 1998) estudian la fenología y la abundancia de las mariposas en gradientes altitudinales en áreas de montaña de la Península Ibérica. GUTIÉRREZ (1997a; 1997b) muestra en resultados la independencia de las poblaciones de lepidópteros con la vegetación tipo, sugiriendo que la composición específica de las mariposas puede ser consecuencia de la colonización de diferentes refugios durante cambios climáticos pasados, apoyando la hipótesis de un gradiente climático, concluyendo que "el grado de distribución de las especies es función directa del rango altitudinal a escala regional y latitudinal a escala supranacional"; sugiere que las distribuciones de mariposas pueden ser más afectadas por sus requerimientos climáticos que por la abundancia de la planta huésped, por lo que es preciso estudiar la distribución en condiciones climáticas uniformes; el mayor número de especies se localiza en los pisos colino y montano (GEIGER *et al.*, 1987).

La actividad y diversidad de los insectos se ve frecuentemente afectada por la temperatura, velocidad y dirección del viento, lluvia, presencia de zonas de refugio y de alimentación (LEWIS, 1969a; 1969b; 1970; TAYLOR, 1974; PENG *et al.*, 1993).

Tipología de la vegetación

Las poblaciones de mariposas, aunque ligadas a la altitud, están más definidas por la presencia de asociaciones vegetales típicas en el biotopo; así la distribución de las plantas determina en gran medida la de mariposas, aunque en la mayor parte de los casos la planta tiene un área de distribución superior a la de su huésped (GEIGER *et al.*, 1987).

En los sistemas agroforestales las bandas boscosas reducen la velocidad de los vientos y aumentan la temperatura y humedad comparados con las áreas de cultivos arables (herbáceos); ambos factores pueden crear un ecotono favorable para los insectos herbívoros, siendo la diversidad de la flora y el refugio ofrecidos por las bandas boscosas los responsables de la mayor diversidad en los sistemas forestales y agroforestales (PENG *et al.*, 1993).

Se establece una relación directa entre la distribución de las especies de mariposas y la cobertura vegetal (VIEJO y SÁNCHEZ-CUMPLIDO, 1982). VIEJO *et al.* (1992) estudian determinadas pautas y patrones de distribución de los ropalóceros analizando la similitud faunística de diversos parajes.

Las relaciones bióticas entre la vegetación y las orugas de los lepidópteros influyen de tal manera que existen correlaciones claras entre familias de lepidópteros y determinadas plantas como entre Pieridae y Cruciferae (PALANCA, 1987).

NOSS (1990) establece cinco categorías de especies con relación a la biodiversidad y al paisaje: Especie "vulnerable", poblaciones pequeñas de baja fecundidad y propensas a extinciones locales, especies "clave" cuya presencia determina en gran medida la de otras; especies "sombrilla" que requieren amplias áreas para su subsistencia y la conservación de su hábitat implica por tanto la de otras muchas especies; especies "indicador" sensibles a perturbaciones o cambios de calidad ambiental; especies "reliquia" que han sobrevivido en su evolución a perturbaciones y cambios climáticos.

GEIGER *et al.* (1987) observan distintos tipos de comportamiento de las mariposas con relación al paisaje forestal:

- Realización de la puesta y desarrollo de las orugas en el interior del bosque, el adulto vuela en ecotonos y bordes de caminos (*Pararge aegeria, Azuritis reducta*).
- Puesta en troncos, orugas en claros de bosque y adulto en ecotonos y senderos (*Aginnis paphia, Gonepteryx rhamni, Anthocharis cardamines*).
- Puesta y desarrollo de las orugas en el interior del bosque y adultos en las copas de los árboles (*Thecla quercus*).
- Desarrollo de las orugas en arbustos de la vegetación en orla de los ecotonos y adultos en claros del bosque y senderos (*Satyrium* sp.).
- Mariposas propias de prados, que en estado adulto buscan en el bosque un biotopo de complemento (*Maniola jurtina*).

Hay especies que se mimetizan perfectamente con el paisaje cuando están en reposo; estudios sobre mimetismo de los lepidópteros se encuentran en WICKLER (1968); POULTON (1909); CARPENTER y FORD (1933); PAPAGEORGIS (1975) todos ellos en LANDING (1984).

El color y los hábitos son factores que influyen en la distribución de las mariposas (LANDING, 1984); para este autor en el concepto de nicho ecológico de los adultos influye determinantemente el color de los individuos; propone un esquema general de la distribución de las mariposas en 6 clases distribuidas por pautas de conducta y color, con los miembros de cada clase volando según niveles de vegetación, de tal manera que las clases representadas en un determinado lugar dependen de la altura de la vegetación. En lugares abiertos con vegetación herbácea dominan las especies de pequeño tamaño, si la vegetación es arbustiva y arbórea dominan especies grandes, marrones y negras.

Diversos trabajos han mostrado diferencias en la riqueza de especies de mariposas entre tipos distintos de vegetación (VIEJO, 1982a; BAZ, 1987; SPITZER *et al.*, 1993). Las capas más bajas de vegetación ejercen una notable influencia sobre las comunidades de mariposas, aunque no exclusivamente, ya que de forma indirecta el estrato arbóreo ejerce también influencia por las condiciones que crea de microclima (BAZ, 1986a; 1996).

"La lepidopterofauna de una comarca es función del paisaje vegetal" (VIEJO, 1981) y en una formación vegetal concreta lo es del número de estratos, de la diversidad de especies que la constituyen, del grado de organización y de la superficie que ocupa (TEMPLADO, 1983); según el mismo autor "existe un gradiente en el número de especies de lepidópteros con relación al paisaje vegetal, con máximo en bosques caducifolios y esclerófilos y mínimo en repoblaciones forestales y monocultivos". Según VIEJO (1981) el número de ropalóceros disminuye notablemente en bosques de coníferas respecto a caducifolios y sus poblaciones son más abundantes en áreas forestales que en cultivadas.

Las características más valiosas para la atracción de las mariposas son las abundantes fuentes de néctar, preferiblemente en zonas refugio y situaciones soleadas; grandes áreas de césped o hierbas cortadas no son generalmente áreas deseadas por las mariposas según WARREN (1985); WARREN y STEPHENS, (1989).

Autores como ERHARDT (1985); GILBERT (1989); HOLL (1996) observan una relación positiva entre diversidad de mariposas y diversidad vegetal.

Existe interacción entre plantas nutricias y especies de mariposas; POLLARD (1981) considera la distribución de los adultos de *Maniola jurtina* (Lep. Satyridae) representada por la localización de sus plantas nutricias. En los ecosistemas mediterráneos el período de floración de las plantas puede verse afectado por factores como microclima y disponibilidad de agua en el suelo, afectando a la distribución espacial de los insectos ya que "se aprecia un notable sincronismo entre la fenología de la floración y el período de oviposición" (RODRIGUEZ, 1991; RODRIGUEZ *et al.*, 1994)

Los lepidópteros diurnos comúnmente pasan a través de hábitats en que ellos no residen; muchas especies pueden moverse en grandes distancias en búsqueda de fuentes de néctar, para aparearse o para ovipositar, por lo que una alternativa es analizar las especies sedentarias y las móviles por separado; sin embargo si por una u otra circunstancia los adultos aparecen en un ecosistema ya es significativo; es importante notar que el número de mariposas observado puede estar en función de la densidad de vegetación, del follaje, de especies características y de la cobertura vegetal (HOLL, 1996).

Determinados estudios han demostrado que las especies de mariposas están relacionadas positivamente con la riqueza en especies de plantas (ERHARDT, 1985; GILBERT, 1989; MURPHY y WILCOX, 1986 en HOLL, 1996) y con la cubierta herbácea (HOLL, 1996; THOMAS y MALLORIE, 1985).

En un hábitat xerofítico donde la reproducción es insuficiente para restituir la mortalidad, las mariposas pueden persistir por una continuada inmigración desde hábitats cercanos más productivos (RODRIGUEZ *et al.*, 1994).

Estudios sobre diversidad y composición faunística de macrolepidópteros en áreas tropicales y templadas han sido llevados a cabo por ROBINSON (1975); TAYLOR (1978); HOLLOWAY (1984; 1987); BARLOW y WOÏWOD (1990), todos ellos en ROBINSON y TUCK (1993) comparando éstos últimos el Reino Unido y el oeste de Malasia.

EMMEL y EMMEL (1963); GARTH y TILDEN (1963); ROSS (1975; 1976; 1977) todos en LANDING (1984) han estudiado la abundancia de los lepidópteros en varios tipos de vegetación montana, prados secos, húmedos y bosque en las montañas de Sierra Nevada (California); indicando posibles influencias de altitud, latitud, humedad y temperatura. MASSO i PLANAS (1978) analiza la composición en ropalóceros de un prado de montaña, antiguamente cultivado, concluyendo que la mayor abundancia corresponde a Lycaenidae, Pieridae y Satyridae.

ABÓS-CASTEL (1988a) describe las especies de ropalóceros siguiendo criterios de tipología de vegetación según áreas climáticas altitudinales de montaña, observando

claras relaciones entre determinadas especies de mariposas, el tipo de vegetación y la altura y ABÓS-CASTEL (1995b) correlaciona las poblaciones de ropalóceros con distintas formaciones vegetales forestales, boscosas, matorral de carrascal y de quejigar y otras propias de zonas montanas, señalando las preferencias ambientales en superficie y en altura por familias y especies.

VIEJO *et al.* (1988; 1994; 1997) estudian la riqueza en especies y los patrones de distribución de las mariposas a partir de datos basados en cuadrículas UTM de 10 x 10 km realizando un estudio de similitud para determinar la importancia biogeográfica de la fauna, concluyendo que los patrones de distribución de las mariposas coinciden en gran medida con las principales comunidades vegetales.

Cubierta arbórea

La influencia de la cobertura del dosel vegetal sobre la distribución de ciertas especies de lepidópteros es estudiada por WARREN (1985). ROBERTSON *et al.* (1988); SPITZER *et al.*, (1997) muestran sobre bosque tropical que la diversidad y riqueza en especies de mariposas es más alta en grandes claros de bosque que en bosque cerrado.

"Los incrementos de sombreado hacen descender el número de especies y de individuos de mariposas " (GREATOREX-DAVIES *et al.*, 1993); Éstos autores presentan un modelo que describe las relaciones entre el número de mariposas y el sombreado de los bosques, particularmente en las plantaciones de coníferas; a mayor porcentaje de sombra menor número de individuos; entre las pocas especies de ropalóceros que presentan abundancia con altos porcentajes de sombreado citan a *Ladoga camilla* y *Pararge aegeria;* a estas mismas conclusiones llega también WARREN (1985).

Las variaciones en la distribución del sombreado (heterogeneidad de la cubierta arbórea) tienen gran importancia en la riqueza en especies; WIKLUND (1997) en GRUNDEL *et al.* (1998) proponen que las mariposas requieren al menos tres tipos de hábitats: para el apareamiento, oviposición y crianza y para la alimentación, los cuales pueden estar separados espacialmente; el bosque aclarado suele tener los tres tipos de hábitats con más probabilidad que el resto de paisajes. GRUNDEL *et al.* (1998) afirman que el manejo del bosque que no promueve la apertura de claros afecta negativamente a las poblaciones de mariposas hablando de un mínimo de 25 m de diámetro para dichos claros.

SOUTHWOOD *et al.* (1982) analizan la riqueza específica y la abundancia de las comunidades de artrópodos en 6 especies de árboles; aquellas están relacionadas con dos caracteres: la amplitud geográfica del área y la naturaleza de la vegetación; las diferencias en la riqueza en especies entre las faunas de distintos árboles están asociadas a las características de las plantas (tipos de hojas); "La diversidad de los artrópodos se incrementa con la riqueza en especies de árboles" (SOUTHWOOD *et al.*, 1982)

Los bosquetes pueden ser muy importantes para mantener la diversidad vegetal; "varios claros de bosque pequeños contienen más especies de plantas que un gran

claro" (HONNAY *et al.*, 1999); "los matorrales y el paisaje boscoso aumentan la diversidad" (LUFF y WOIWOD, 1995)

Fragmentación del hábitat

WETTSTEIN y SCHMID (1999) estudian el efecto de la calidad y fragmentación del hábitat sobre la diversidad de mariposas y saltamontes en terrenos húmedos de montaña; según ellos la riqueza en especies es sensible a las características geográficas y está negativamente influenciada por la fragmentación del hábitat en zonas de montaña. Para HOOLE *et al.* (1999), las especies y subespecies se ven amenazadas por los cambios y la fragmentación del hábitat.

La fragmentación y modificación del paisaje con incremento de la población humana presiona los movimientos de los animales; según WOOD y SAMWAYS (1991) Las rutas de vuelo de las mariposas se ven modificadas por la estructura y los elementos resultantes de los cambios paisajísticos. THOMAS *et al*, (1998) sugieren que los cambios en la evolución son respuesta a los cambios de la estructura en el paisaje en especies de mariposas sedentarias, investigando en el licénido *Plebejus argus* las consecuencias de la fragmentación del hábitat en cinco caracteres morfológicos asociados con la habilidad para el vuelo.

Para la supervivencia de muchas especies en paisajes muy fragmentados es necesaria la contemplación de metapoblaciones[9] dado el riesgo de extinciones locales, por lo que en estos casos es decisiva la conectividad entre las poblaciones a través de corredores ecológicos; MOUSSON *et al.* (1999) estudian la estructura y conservación de la metapoblación de *Boloria aquilonaris* en Centroeuropa.

En opinión de THOMAS, J.A. (1995a) la principal causa del declinar de las mariposas en Europa es la destrucción de los biotopos y el cambio en el manejo de la tierra. THOMAS *et al* (1992) estudian la distribución de mariposas en paisajes fragmentados: los hábitats en mosaico en términos de conservación son deseables por permitir la dispersión natural. Los ecotonos son los corredores más importantes usados por los lepidópteros en vuelo. "El tamaño de las parcelas es determinante en la diversidad" (FORMAN y BRAUDY, 1984 en WOOD y SAMWAYS,1991).

Desarrollo urbano

Hay autores que han estudiado la diversidad de mariposas en paisajes urbanizados, así BLAIR y LAUNER (1997) llegan a la conclusión que la riqueza en especies y la diversidad de mariposas decrecen conforme aumenta el gradiente de utilización urbana del paisaje.

SHAPIRO y SHAPIRO (1973); YAMAMOTO (1977); RUSZCZYK (1986); RUSZCZYK y De ARAUJO (1992) todos en BLAIR y LAUNER (1997) estudian la relación de las mariposas con el desarrollo urbano, concluyendo que el incremento de la

[9] "Conjunto de poblaciones locales enlazadas por ocasionales diseminaciones" (THOMAS, C.D., 1995)

urbanización va acompañado de un decrecimiento en el número de especies, aunque se incrementa la abundancia de unas pocas; "las especies dominantes de áreas urbanas son las típicas de zonas abiertas". BLAIR y LAUNER (1997) al examinar los efectos del urbanismo sobre poblaciones de mariposas en la costa central de California concluyen que la urbanización del paisaje afecta:

- A la distribución y abundancia de las mariposas.
- A la riqueza en especies, a la abundancia y a la diversidad.
- Negativamente a la comunidad de mariposas propias (nativas).

Varios

Entre otros autores que han estudiado las preferencias ambientales de los ropalóceros (Papilionoidea *et* Hesperioidea) se citan por orden cronológico:

VENERO (1981) estudia la distribución estacional de los ropalóceros en diversos biotopos de pastizales, matorral y pinar; VIEJO (1983) que analiza la coexistencia de determinadas especies a través de índices de afinidad ambiental; FERNÁNDEZ-HAEGER *et al.* (1988) estudian la composición y variación de los ropalóceros en distintas áreas de la Península Ibérica, observando una relación clara entre el incremento de altitud y la riqueza en especies, al mismo tiempo que el porcentaje de especies univoltinas tiende a incrementarse con la altitud; IBERO y VIEJO (1988) abordan el estudio de ropalóceros en el macizo de Ayllon (Guadalajara) en localidades elegidas en función de la vegetación, altitud y orientación; BAZ (1989) estudia las poblaciones de ropalóceros en 20 localidades y 4 tipos de áreas boscosas, determinando su distribución ecológica en las montañas del sureste español en relación al clima y al gradiente de altitud; VIEJO *et al.* (1989) estudian en el centro de la Península Ibérica la importancia de las áreas boscosas naturales para el mantenimiento de las poblaciones de mariposas, llegando a la conclusión que los quejigares son más diversos que los encinares y a su vez más que los sabinares y pinares; BROWN y OPLER (1990) estudian la densidad de mariposas en la península de Florida, concluyen que "la densidad en especies está relacionada con la densidad de especies leñosas"; MATHEW y RAHAMATHULLA (1993) estudian en USA las preferencias ambientales y la distribución de 100 especies de ropalóceros (9 familias) en 5 biocenosis: interior de bosque, claros de bosque, dosel de bosque, praderas y riberas; ANDRADE (1994) determina los requerimientos en microhábitats, plantas alimenticias, variaciones y mimetismo de 148 especies de mariposas en bosques primarios y en hábitats secundarios de Colombia. DENNIS y SHREEVE (1997) analizan las influencias ecológicas sobre la diversidad de mariposas en las islas Británicas; SPITZER *et al.* (1997) sobre bosque húmedo de Vietnam concluyen que "la riqueza en especies y diversidad en las comunidades de mariposas es mayor en claros de bosque, sin embargo la cubierta arbórea tiene interés para determinadas especies"; GARCÍA-BARROS *et al.*, (1998) evalúan el interés potencial para la conservación de distintas áreas de la Comunidad de Madrid usando datos de presencia-ausencia y midiendo la diversidad de los ropalóceros; proponen para la conservación de determinadas áreas criterios de selección basados en parcelas geográficamente amplias y con alta diversidad biológica, en contraposición a los criterios de protección de especies concretas. HAMMOND y MILLER (1998) comparan la biodiversidad de los macrolepidópteros en

tres tipos de ecosistemas forestales, resultando la mayor riqueza en bosques de frondosas, seguido de los herbazales y por último los bosques de coníferas.

Para VAN SWAAY (1992) "la destrucción de los biotopos ha sido la razón más importante en el decrecimiento de la fauna de mariposas en Holanda", constatado también en Suiza (GEIGER *et al.*, 1987), más claramente en las especies típicas.

I.3.3. Estudios sobre relación lepidópteros y otros artrópodos con la actividad agraria

Hasta hace pocos años la bibliografía se relacionaba casi exclusivamente con los lepidópteros como ocasionantes de plagas para los cultivos; la bibliografía existente referida a la fenología, ciclo biológico y descripción morfológica de unas pocas especies-plaga para la agricultura tecnificada, es exhaustiva.

La literatura sobre mariposas en zonas cultivadas es escasa debiéndose en parte a que dichas zonas son consideradas hábitats pobres en cuanto a riqueza en especies; la mayor parte de los trabajos son enfocados a la posibilidad de reducción de pesticidas (RANDS y SOTHERTON, 1986), sobre el movimiento y actividad de las mariposas o a los efectos de la modificación y extensión de los denominados setos vegetales naturales (DOVER *et al.*, 1992; SPARKS y PARISH, 1995).

La mayoría de los estudios e investigaciones realizadas sobre influencia de la actividad agraria en las poblaciones de lepidópteros se refieren a Gran Bretaña y Centroeuropa; en España son escasos.

Estudios referentes a la incidencia de la actividad agraria sobre la fauna de invertebrados se han realizado en Australia donde la denudación del terreno ha sido muy extensa y severa, particularmente en el oeste australiano donde la vegetación original solamente está representada en reservas aisladas, pequeños remanentes dispersos y ocasionales bandas a lo largo de las orillas de las vías de comunicación (GREENSLADE, 1992).

En las dos últimas décadas se han prodigado las investigaciones sobre dinámica de poblaciones de las comunidades faunísticas de artrópodos en terrenos cultivados (WEBB y HOPKINS, 1984; SOTHERTON, 1985; WALLIN, 1985; HUBER y DUELLI, 1987; DUELLI, 1988), sin embargo gran parte de los estudios se refieren a otros órdenes de insectos en especial a Coleoptera. DUELLI *et al.* (1990) estudian y comparan abundancias poblacionales de coleópteros y arácnidos en humedales, pastos, trigo, gramíneas en ladera, pastizales secos, maíz y secanos en general localizados en el valle del Rin en Suiza.

La información sobre la ecología de las mariposas en zonas arables se ha incrementado en los últimos años, siendo pioneros RANDS y SOTHERTON (1986), demostrando los claros beneficios que reportan las márgenes en cuanto a fuente de néctar, alimento de las larvas y corredores en la dispersión de los individuos (DOVER y BOATMAN, 1994).

Intensificación agraria

La agricultura a partir de los años 1940 ha incrementado la fragmentación del hábitat con aislamiento entre las poblaciones de mariposas, lo cual ocasiona efectos negativos que pueden aminorarse con la presencia de corredores no cultivados que favorezcan el movimiento de los individuos entre poblaciones locales (FEBER y SMITH, 1995).

El paisaje europeo ha cambiado considerablemente en las últimas décadas; la intensificación de la agricultura a dado lugar a grandes extensiones de monocultivo con fragmentación extrema de la vegetación natural relegada a pequeñas islas entre campos arables (FRY y ROBSON, 1994); dicha intensificación agraria ha afectado en todo el continente Europeo, empobreciendo el hábitat en riqueza en mariposas (DOVER y BOATMAN, 1994) y haciéndose extremadamente raras algunas especies asociadas tradicionalmente a zonas cultivadas (FEBER *et al.*, 1994; WILSON, 1994). En agricultura intensiva los pesticidas afectan directamente a los lepidópteros (DAVIS *et al.*, 1991) y los herbicidas y fertilizantes inducen cambios en la vegetación que reducen las fuentes de néctar y el alimento de las larvas (FRY y ROBSON, 1994).

Las zonas de cultivo soportan una fauna empobrecida de mariposas (SPARKS y PARISH, 1995) que consiste principalmente en especies móviles como *Pieris brassicae, Pieris rapae* (THOMAS, 1985; FEBER *et al.*, 1996). La agricultura ha sido intensificada drásticamente en los últimos 40 años (MILTON, 1994) y "el descenso de muchas especies ha ido ligado a tal intensificación" (KAABER y NIELSON, 1988; VAN SWAAY, 1990; FEBER *et al.*, 1996). Estudios realizados en Suiza concluyen que en los campos cultivados intensivamente sólo escasas especies banales encuentran condiciones favorables para su desarrollo (GEIGER *et al.* 1987).

Hábitats no deseables como los monocultivos pueden actuar de barreras para determinadas especies, imposibilitando el intercambio entre poblaciones fragmentadas, particularmente cuando se trata de especies raras (MUNGUIRA y THOMAS, 1992); DOVER (1996) concluye que "el incremento de la anchura de la vegetación de los bordes y la cantidad de flores, influyen fuertemente en la distribución de las mariposas".

GREEN (1989) expone un modelo de impacto de la agricultura sobre el medio ambiente; a intensidades bajas de gestión agraria corresponde riqueza alta en especies y a medida que la intensidad agraria se incrementa hay un descenso rápido de especies, coincidiendo con el monocultivo.

Los pesticidas en agricultura son responsables de la decadencia de las especies de artrópodos (POLLARD *et al*, 1995); estos autores analizan los posibles factores implicados en la abundancia de determinadas especies comunes (especies-plaga), llegando a la conclusión que entre otras causas, el tipo de vegetación es responsable de la abundancia de unas u otras especies. LONGLEY y SOTHERTON (1997) estudian los factores que determinan los efectos de los pesticidas sobre las mariposas en zonas agrícolas, discutiendo las prácticas de manejo para reducir la contaminación.

El abonado fuerte modifica la flora a favor de unas pocas especies; las orugas de casi todas las mariposas se nutren de plantas típicas de terrenos secos (ELLENBERG,

1982, en GEIGER *et al.*, 1987; AUSTRHEIM *et al.*, 1999); los abonados y los cultivos intensivos ejercen efectos negativos sobre muchas especies de mariposas por eliminar sus plantas nutricias (GEIGER *et al.*, 1987). POLLARD *et al.* (1998) atribuyen los cambios de vegetación que conducen a la abundancia de gramíneas en detrimento de una flora variada, al aumento de las aplicaciones de nitrógeno; en el mismo sentido se manifiestan BOBBINK y WILLEMS (1987) quienes indican evidencias de que "cargas altas de nitrógeno pueden inducir cambios en la composición de especies de la vegetación". Encuestas inglesas han mostrado que la modernización integral de las explotaciones agrícolas entrañan la muerte del 95% de las mariposas (BLAB/KUDRNA, 1982 en GEIGER *et al.* 1987).

Según POLLARD y EVERSHAM (1995) los pesticidas, generalizados en los años 1960 y la deposición de nitrógeno sobre las plantas han sido responsables del declinar de las mariposas en terrenos agrarios; por otra parte en los terrenos agrícolas hay evidencias del incremento de las abundancias de determinadas especies de amplia distribución.

FEBER y SMITH (1995) tratan el tema de la conservación de mariposas en zonas agrícolas; ponen de manifiesto la evidencia de los efectos de una intensificación en la agricultura sobre sus poblaciones, examinando como solución en qué medida el manejo de la técnica puede usarse para mejorar la calidad de linderos como buenos hábitats.

Un descenso en las poblaciones de mariposas podría ocurrir tanto por un abandono de las prácticas tradicionales (MUNGUIRA y MARTÍN, 1993) como por un cambio a mayor intensificación de la agricultura (ERHARDT, 1985; THOMAS, 1991).

Parcelación

La obra *Les papillons de jour et leurs biotopes* editada en 1987 por LA LIGUE SUISSE POUR LA PROTECTION DE LA NATURE, de la que es coordinador W. GEIGER, trata la ecología de las especies de mariposas diurnas en determinados biotopos de los pisos colino, montano, subalpino y alpino en Centroeuropa. Dentro del piso colino fuertemente influenciado por la acción antrópica, considera de suma importancia los biotopos que denomina "de reemplazo", terrenos baldíos y bordes de caminos y de campos que hospedan diversas especies de mariposas en general ubiquistas y polífagas (GEIGER *et al.*, 1987); Entre los factores que amenazan gravemente a las mariposas diurnas indígenas cita la aplicación de sustancias tóxicas al aire, agua y suelo, la industrialización e intensificación de la agricultura, repoblaciones forestales y el abandono del cultivo tradicional.

La diversidad de los macrolepidópteros está relacionada con la escala espacial investigada; la fragmentación del hábitat en pequeñas y aisladas parcelas perjudica la recolonización y es amenaza para la dispersión de especies escasas y locales, provocando en ocasiones extinciones locales permanentes (SWENGEL, 1998). "Las grandes áreas uniformes tienden a la reducción de la diversidad" (LUFF y WOIWOD, 1995).

THOMAS, C.D. (1995) analiza la dispersión de poblaciones locales de lepidópteros en regiones con paisaje muy humanizado y fragmentado e indica que las reservas naturales pueden contribuir sustancialmente a conservar las mariposas, sin embargo "en hábitats fragmentados es necesario mantener y mejorar la conectividad y el contacto entre hábitats" (McLEAN *et al.,* 1995).

THOMAS y JONES (1993); SUTER (1998) proponen que para la conservación de muchas especies de mariposas en paisajes fragmentados por la actividad agraria se requiere la protección de metapoblaciones en amplias redes de hábitats supracomarcales incluso supranacionales.

Márgenes, barbechos y baldíos

El incremento de terrenos en barbecho, produce impactos positivos sobre las poblaciones de mariposas (FEBER y SMITH, 1995)

La agricultura modifica el paisaje fragmentando los hábitats naturales y convirtiendo las comunidades vegetales en monocultivos; éstos favorecen siempre algunas especies y destruyen las bases de la existencia de la mayor parte de otras; el empleo de herbicidas en las lindes, márgenes, cunetas, bordes de caminos, acaba con la vegetación y con las larvas de numerosas especies de insectos (GEIGER *et al.,* 1987) lo que conduce a un decrecimiento en la abundancia de mariposas (FEBER y SMITH, 1995).

Diversos investigadores se han ocupado de la importancia que tienen para las poblaciones de lepidópteros y para la diversidad en general la presencia de márgenes y yermos en los agrosistemas siempre libres de aplicación de pesticidas (DOVER, 1989; 1991; DOVER y BOATMAN, 1994; DOVER, *et al.,* 1990; 1992; DAVIS *et al.,* 1991; MUNGUIRA y THOMAS, 1992 ; FEBER *et al.*, 1994; DAILY y EHRLICH, 1995). Cambios simples en el manejo de las lindes de los campos cultivados, como la exclusión de agroquímicos pueden afectar a su valor como hábitat para los lepidópteros, tal como demuestran FEBER *et al.,* (1994) con la especie *Maniola jurtina* L, de tal forma que muchas especies de lepidópteros pueden beneficiarse con la restauración y conservación de las márgenes y de su adecuado manejo en agricultura intensiva. "El nitrógeno como fertilizante aplicado a márgenes es un factor causal de la degradación de la flora" (BOATMAN *et al.,* 1994). Los cambios en el uso de la tierra pueden influir en la vegetación natural, incluso de áreas o islas que se hayan dejado como reservorios de diversidad, con cambios en la flora y consecuentemente fauna de insectos herbívoros (RODRIGUEZ *et al.*,1994). "Los sistemas agroforestales son áreas de incremento de diversidad" (PENG *et al.*, 1993).

La vegetación permanente de las márgenes supone una oportunidad sustancial para la conservación de las mariposas; "las márgenes como ecotono pueden ser importantes para los individuos durante la dispersión" (DOVER y BOATMAN, 1994) "y para la conexión entre poblaciones" (MOUSSON *et al.*, 1999).

El valor de las márgenes en agricultura es importante para la densidad de artrópodos invernantes (DENNIS y FRY, 1992) y por la atracción que ejercen sobre insectos polinizadores (LAGERLOF *et al.*, 1992). "Las márgenes son beneficiosas para

muchas formas de vida, incluyendo mariposas y otros insectos" (BOATMAN y SOTHERTON, 1988). FRANK (1996) determina que en todos los grupos de artrópodos visitadores de flores, el número de especies y de individuos es más alto en fajas con hierba que en cultivos; los terrenos no cultivados y la reducción de pesticidas contribuyen a mejorar las poblaciones de mariposas en los paisajes agrarios (RANDS y SOTHERTON, 1986).

Diversos trabajos se han publicado sobre áreas cultivadas e insectos polinizadores (BANASZAK, 1983; 1986; BANASZAK y MANOLE, 1987; BRAUDY *et al.*, 1988, todos en BANASZAK (1992). LAGERLÖF y WALLIN (1988) todos en BANASZAK (1992) ponen de manifiesto la importancia de los sistemas de cultivo y de las márgenes en los cultivos para las comunidades de insectos.

DOVER (1990); SPARKS y PARISH (1995) sugieren que el número de mariposas es mayor en las márgenes de los cultivos adyacentes, en caminos y ribazos, que presumiblemente son hábitats más atractivos que los propios cultivos; diferentes especies de mariposas usan distintas áreas en las márgenes y sus movimientos entre hábitats distintos son generalmente a lo largo de ellas.

KROMP y STEINBERGER (1992) afirman que las márgenes de los cultivos son un hábitat importante para la hibernación de la macrofauna en zonas cultivadas; éstos mismos autores ponen de manifiesto la importancia de las márgenes en investigaciones realizadas en Alemania, siendo sólo cierto para márgenes no afectadas por fertilizantes ni herbicidas; éstos hábitats posiblemente sólo incrementan las poblaciones de aquellas especies que emigran regularmente entre cultivos y hábitats marginales.

El éxito de las márgenes sobre la diversidad en zonas agrícolas depende de la combinación de la calidad del lugar, de su longitud por superficie cultivada y de su disposición espacial en el paisaje, en tal sentido las márgenes pueden usarse como "índice de calidad ambiental" (FRY, 1994); márgenes largas siguiendo el contorno de los campos cultivados son adecuadas para el mantenimiento de la diversidad, optimizando el valor entre agricultura y diversidad (FRY, 1994); márgenes anchas en los bordes de los cultivos tienen gran importancia en la abundancia de las mariposas (SPARKS y PARISH, 1995).

FRY y ROBSON (1994) examinan los efectos de los matorrales en el movimiento intercultivos de los lepidópteros, así el número de éstos depende de la estructura de la vegetación de las lindes; según estos autores el porcentaje de mariposas que cruzan las lindes se incrementa con el porcentaje de lindes donde la vegetación es inferior a 1,5 m de altura, considerando asimismo la posibilidad de que los matorrales puedan ejercer impactos negativos sobre el movimiento de determinadas especies.

THOMAS (1983) en SPARKS y PARISH (1995) indica que uno de los más valiosos hábitats para las mariposas es un pastizal o un yermo. DOVER (1990) en estudios realizados sobre mariposas en áreas cultivadas encuentra que muy pocas mariposas son observadas dentro de los cultivos y su movimiento y actividad queda restringida a las márgenes y colinas enyermadas.

La densidad en zonas arables de determinadas familias como Satyridae está asociada fuertemente con la presencia de formaciones arbóreas o de matorral que

aporten cobijo; la eliminación o degradación de la vegetación natural en áreas cultivadas, puede tener impacto en la capacidad de dichas áreas para "soportar determinadas poblaciones de mariposas" (DOVER, 1996).

MUNGUIRA y THOMAS (1992) estudian el valor y el potencial de los bordes de los caminos como hábitats para mariposas y zygenas[10]; pueden establecerse relaciones directas entre el número de mariposas encontradas en los bordes y en los campos cercanos; el erial es muy valioso como hábitat de aquellas; las márgenes sirven de refugio y de corredores de paso para determinadas especies reacias a atravesar hábitats inhóspitos como puede suponer los campos cultivados de grandes dimensiones (MUNGUIRA y THOMAS, 1992).

SPARKS y PARISH (1995) estudian la importancia de las márgenes como un sistema de redes que facilitan el movimiento entre hábitats "patches" en el Reino Unido, examinando la distribución de mariposas en un recorrido de lindes de campos de cultivo sujetos a baja y alta intensidad de gestión agraria y sugiriendo el efecto negativo de la aplicación de agroquímicos y pesticidas. Las márgenes y linderos de los campos son frecuentemente el único hábitat adecuado en un terreno de cultivo tanto forestal como agrícola para las especies de mariposas.

DOVER (1996) explora los factores que afectan a la distribución de 3 especies de Satyridae (Insecta: Lepidoptera) comunes en agroecosistemas en el sureste de Inglaterra; su densidad en zonas arables está asociada fuertemente a la presencia de formaciones vegetales que aporten cobijo. El efecto cobijo de los setos influye en la distribución de las especies que se concentran en zonas resguardadas de los vientos (LEWIS, 1969a).

SAARINEM *et al.* (1998) estudian la riqueza de especies, período de vuelo y distribución en paisajes agrícolas en el sureste de Finlandia, concluyendo que "la distribución de las especies está relacionada con el tipo de hábitat y que la riqueza en especies es más alta en las márgenes cerca de las áreas boscosas que en las márgenes de los cultivos".

Manejo del suelo y sistema de cultivo

SWENGEL (1998) analiza los efectos del manejo de las tierras de cultivo sobre la abundancia de las mariposas; las siegas parecen más favorables que el pastoreo (no hay unanimidad en todos los autores) aunque claramente es más favorable la ausencia de manejo. La agricultura provoca fragmentación de los hábitats originales y los taxones especialistas se enrarecen; al variar el sistema de manejo de un ecosistema, los taxones especializados adaptados a dicho manejo pueden enrarecerse también (SWENGEL, 1998). Unos tipos de manejo son más favorables que otros, sin que haya un manejo óptimo para todas las especies; las preferencias del hábitat, la frecuencia y tipo de manejo, determinan qué taxones salen beneficiados o perjudicados (ROBERTSON *et al.*, 1995). Algunas mariposas raras requieren un determinado manejo de la vegetación para mantener sus poblaciones (NEW, 1991; OATES, 1995; ROBERTSON *et al.*, 1995; SWENGEL, 1998), tal es el caso de ciertos Lycaenidae (entre ellos el género

[10] Pertenecientes a la familia Zygaenidae

Maculinea) que en su vida larvaria dependen de determinadas poblaciones de hormigas; la permanencia del tipo de manejo en un determinado hábitat es una estrategia favorable para el mantenimiento de poblaciones de especies raras; el uso secuencial de diferentes tipos de manejo puede sucesivamente ir eliminando las especies sensibles de cada tipo.

Estudios recientes sobre ecología de las mariposas en tierras arables hacen alusión principalmente al impacto del manejo de distintos sistemas de cultivo sobre su abundancia (DOVER, 1988; 1991; 1996; DOVER *et al.*, 1990), a la restauración de márgenes cultivadas o al movimiento de mariposas entre bloques de hábitats y a lo largo de hábitats parecidos (DOVER, 1990; 1991; DOVER *et al.* 1992). VIEJO (1990) estudia la reducción de la diversidad cuando se produce sustitución de las teselas de cultivos diversos por unidades más extensas de monocultivo.

La intensificación de las técnicas de cultivo (fertilización, aplicación de pesticidas etc.) ocasiona drásticas reducciones en las densidades poblacionales de los predadores de artrópodos, lo cual genera la proliferación de algunos de éstos que aparentemente podrían ser consecuencia de una adaptación de los mismos a la intensificación de la gestión agraria "siendo sin embargo resultado de la desaparición de los predadores" (HEYDEMANN y MEYER, 1983 en KROMP y STEINBERGER, 1992; PAILLISSON y BUREL, 1998 y referencias citadas).

ERHARDT (1995) estudia la ecología y la conservación de los lepidópteros en praderas alpinas; entre los factores que afectan negativamente a la diversidad cita el "abandono del cultivo por más de 5 años, la fertilización y el cultivo intensivo".

LERAUT (1992) en *Las Mariposas en su Medio* comenta aspectos relacionados entre las poblaciones de mariposas y los distintos medios que colonizan, como zonas agrícolas y urbanas, bosques y florestas, montañas, humedales, zonas costeras y entorno mediterráneo; al hablar de las mariposas en las zonas agrícolas comenta la disminución de gran número de plantas y animales y la proliferación de otros (plagas) como consecuencia de acciones como deforestación, intensificación de cultivos, instalación de regadíos, pastoreo excesivo o introducción de especies exóticas. La supresión de setos vegetales y el monocultivo con empleo generalizado de pesticidas, marca el origen de la extinción de la mayor parte de las especies de lepidópteros de las zonas agrícolas, en contrapartida, otras comienzan a pulular en exceso como por ejemplo la Piral del maiz (*Ostrinia nubilalis*) plaga en los maizares.

BARBOSA *et al.* (1993) centran la discusión en si las poblaciones de mariposas están limitadas por las costumbres larvarias, demostrando que en agroecosistemas además de factores climáticos y físicos, influyen la calidad y arquitectura de la planta, la aplicación de insecticidas y agroquímicos y el manejo agrícola.

Varios

FLEISHMAN *et al.* (1999) examinan comunidades de mariposas en ecosistemas no alterados (sin agricultura) y en ecosistemas agrícolas en USA, señalando que la abundancia de las mariposas es mayor y la uniformidad menor que en los paisajes agrícolas; de 62 especies sólo 15 se consideran adaptadas a la actividad agraria; la mayor abundancia en los paisajes cultivados se debe a unas pocas especies,

concretamente para estos autores a 3 Pieridae; la diversidad es mayor en áreas no agrícolas.

Tras el abandono de la actividad agraria, los lepidópteros tienen la habilidad de recolonizar rápidamente pudiendo encontrarse a veces en áreas que no poseen todos los requerimientos necesarios como plantas huésped para las larvas o niveles de luz suficientes para la termorregulación: una vez realizada la recolonización rápida inicial puede haber un estallido de desarrollo de la comunidad; esta sucesión no sigue una tasa constante; "el éxito de la colonización dura al menos 5 años" (HOLL, 1996).

POLLARD *et al.* (1998) estudian los cambios en la abundancia de lepidópteros y la diseminación de gramíneas; el incremento de gramíneas conduce al incremento de la abundancia de las especies que las consumen, en detrimento del resto; los cambios poblacionales y de especies de mariposas son debidos en gran parte a los efectos del tiempo atmosférico, como temperaturas estivales y a los cambios en la vegetación debidos al manejo de fertilizantes y agua.

DOVER y BOATMAN (1994) revisan la ecología y abundancia de las mariposas en tierras de cultivo en el Reino Unido, considerando la aplicación de pesticidas, los hábitats adyacentes y las influencias bióticas y abióticas.

BOWMAN *et al.* (1990) estudian los efectos del labrado y la quema en terrenos agrícolas dentro del ecosistema forestal de Papúa Nueva-Guinea sobre pájaros, reptiles y mariposas: "el número de especies se incrementa con el gradiente sucesional vegetal". SWENGEL (1996) estudia los efectos del fuego y del manejo de los prados sobre la abundancia de mariposas en distintos estados de USA. SIBATANI *et al.* (1992) consideran los papeles desempeñados por la agricultura tradicional en tierras boscosas y abiertas en Japón, con relación a la conservación de las mariposas.

ROBERTSON *et al.* (1995) examinan la evolución de las poblaciones de mariposas en áreas boscosas de Gran Bretaña estudiando su *status* con relación a los cambios en el manejo de los bosques; "la plantación de coníferas provoca el declinar de gran parte de las colonias de estos insectos tras el cierre de copas"; otras sin embargo se favorecen con la sombra y algunas están ligadas a las copas de los árboles y/o a los setos o ecotonos de los bosques, por lo que bosquetes aislados en terrenos agrícolas son importantes para su conservación (ROBERTSON *et al.*, 1995)

Entre otros autores que han realizado estudios en agroecosistemas citaremos: VIEJO y TEMPLADO (1986) estudian la relación entre especies de ropalóceros de las familias Pieridae, Nymphalidae y Satyridae y determinadas formaciones vegetales; SERGEEV (1988) investiga la abundancia de especies de ropalóceros en varios hábitats naturales y cultivados; "la presencia de algunas especies puede ser indicador de los cambios en los ecosistemas inducidos por la actividad humana"; FITT (1989) estudia las implicaciones ecológicas de especies del género *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae) en agrosistemas; PERFECTO y SEDILES (1992) estudian el efecto de la diversidad vegetacional y los insectos herbívoros en el agrosistema neotropical, examinando el comportamiento de determinados Noctuidae; PANG (1993) analiza la diversidad de una comunidad de insectos en campos de cereal; PAVUK y BARRET (1993) tratan la influencia de los corredores de hierba sobre parásitos de larvas de *Hypena scabra* Stgr. (Lepidoptera: Noctuidae); WARREN (1993) describe 308

especies de ropalóceros sobre hábitats naturales altamente fragmentados en el Reino Unido; TONHASCA (1994) estudia los parásitos de la soja entre ellos algunos lepidópteros Noctuidae en dos tipos de prácticas agrícolas; OATES (1995) examina la relación entre la conservación de las mariposas y el manejo de praderas, los problemas ocasionados con el pasto selectivo, la duración, intensidad, parcelación y tipo de aprovechamiento; STEFFAN *et al.* (1997) analizan la sucesión de ropalóceros en cultivos de 1 a 4 años en siembras y prados en el sureste de Alemania; según ellos, aunque el número de plantas decrece del 1° al 4° año de cultivo, la riqueza en especies de ropalóceros no varía, modificándose sin embargo la composición de las poblaciones; aquellas cuya abundancia estaba relacionada con el hábitat eran significativamente menos abundantes que las relacionadas con la abundancia de flores; WOOD y GILLMAN (1998) indican que la estrategia óptima para salvaguardar la riqueza en especies de mariposas es "mantener un mosaico de hábitats que incluya áreas sin perturbaciones y otras con niveles bajos de perturbación".

I.3.4. Estudios sobre artrópodos como indicadores de biodiversidad

Grupos indicadores

El mantenimiento de la biodiversidad ha llegado a ser una de las principales metas de la conservación (WILLIAMS y GASTON, 1994); en la práctica la biodiversidad es medida comúnmente por la riqueza específica en un área y la abundancia poblacional entre áreas; "los pájaros y las mariposas son los grupos indicadores más populares" (WILLIAMS y GASTON, 1994). Diversos autores han propuesto el orden de los lepidópteros como indicadores (BROWN, 1991; KREMEN, 1992; BECCALONI y GASTON, 1995).

VISSAC *et al.* (1996) discuten los efectos de la reducción de la biodiversidad y el manejo de la misma a través de poblaciones animales.

Si se pretende un uso real del grupo como indicador, éste debe reunir una serie de cualidades como taxonomía sencilla, amplia distribución, biología bien conocida, presencia en gran número de hábitats y contar con especies de distribución restringida (NOSS, 1990; BROWN, 1991; PEARSON, 1994 en RIBERA y FORSTER, 1997).

El indicador elegido debe ser sensible a las alteraciones y su respuesta fácilmente mensurable. Entre los grupos más utilizados como indicadores están los Heliconiinae (Insecta:Lepidoptera) y los Formicidae (Insecta:Hymenoptera); Otros grupos de artrópodos aceptados son Isoptera, Colembola, Coleoptera, Odonata (BROWN, 1991; 1997; BROOKS, 1996 en RIBERA y FORSTER, 1997). Entre otros utilizan lepidópteros como indicadores ERHARDT (1985), ERHARDT y THOMAS (1991); KREMEN (1992); HOLL (1996). Los arácnidos debido a su escaso conocimiento son poco utilizados aunque son potencialmente importantes y los utilizan autores como LUFF y RUSHTON, 1989, MAELFAIT *et al.*, (1989), EYRE y WOODWART, 1996 todos en RIBERA y FORSTER, 1997).

Las comunidades de artrópodos en un ecosistema pueden aportar mucha información sobre perturbaciones mecánicas del suelo y presencia de fauna asociada (RIBERA y FORSTER, 1997). Determinados artrópodos (hormigas) se han usado como

indicadores en ciertos tipos de contaminación, como la contaminación por flúor en antiguas minas de arena (MADDEN y FOX, 1997). Los artrópodos son usados como indicadores de cambios medioambientales (WETTSTEIN y SCHMID, 1999).

Los invertebrados tienen cualidades como grupos indicadores de la biodiversidad: distribución generalizada, versatilidad trófica, especialismo dentro de su generalidad y versatilidad, rápida respuesta a la perturbación y facilidad de muestrear; Es necesario seleccionar el grupo elegido como indicador en función de la valoración de la diversidad y el tipo de impacto (HOLLOWAY y STORK, 1991).

Los invertebrados como indicadores de la calidad de los suelos agrícolas son abordados por autores como MATTHEY *et al.* (1990); PAOLETTI *et al.* (1991). PAOLETTI (1988) estudia las comunidades de invertebrados en suelos cultivados y no cultivados. CROSSLEY *et al.* (1992) estudian los microartrópodos, especialmente colémbolos en suelos agrícolas, importantes en los complejos procesos del suelo. CLARK y SAMWAYS (1996) utiliza las libélulas (Insecta: Odonata) como indicadores de la calidad basando la selección de grupos indicadores en un rango de cualidades deseables entre las que incluye diversidad ecológica, taxonomía, fidelidad ecológica, abundancia, facilidad de captura y conocimiento actual del grupo.

Hay razones para usar los insectos como indicadores:

1/ Tienen importancia en el funcionamiento de todos los entornos: un cambio en su comunidad afecta potencialmente a todo el ecosistema (MADDEN y FOX, 1997).

2/ Están siendo propuestos cada vez más como indicadores de confianza en la alteración de los ecosistemas (GREENSLADE, 1984; ANDERSEN, 1990; MADDEN y FOX, 1997).

3/ La extensión de una perturbación medioambiental puede ser valorada a través del estudio en los cambios de la diversidad, abundancia y riqueza en los invertebrados (MADER, 1984; MADDEN y FOX, 1997).

4/ un incremento en la diversidad estructural o de especies de plantas está frecuentemente correlacionado con un incremento en la riqueza en especies de los insectos (SOUTHWOOD, 1979).

5/ Los insectos con relaciones precisas con especies vegetales, sean para alimento o para polinización, son muy buenos indicadores de la diversidad de plantas (ERHARDT y THOMAS, 1991; SUTTON y COLLINS, 1991; LAUNER y MURPHY, 1994).

Los insectos son los integrantes más abundantes de cualquier ecosistema terrestre y si se trata de preservar la diversidad biológica, no es posible ignorarlos (MARTÍN-PIERA, 1997; 1999). "Los insectos han demostrado ser buenos instrumentos metodológicos para evaluar la conservación de paisajes" (SAMWAYS, 1994; MARTÍN-PIERA, 1999).

Diversos órdenes de insectos se utilizan como indicadores de la calidad de biotopos (BROWN, 1991; GUTTONS y COLLINS, 1991; KREMEN *et al.*, 1993; WARREN y KEY, 1991 todos en CLARK & SAMWAYS, 1996).

BRANDMAYR (1983) desarrolla el tema de las comunidades de coleópteros como indicadores de las modificaciones antrópicas del territorio.

HOLLOWAY y STORK (1991) proponen el uso de insectos como indicadores del impacto humano prestando particular atención a los Hemiptera, siendo necesario mantener la biodiversidad a través de la agricultura sostenible. La diversidad en agroecosistemas tomando como indicadores los carábidos (Insecta: Coleoptera) ha sido estudiada también por DRITSCHILO *et al.* (1980; 1982); LUFF (1982); BLUMBERG *et al.*(1983); HOLOPAINEN (1983); SOTHERTON (1984; 1985); HOKKANEN *et al.* (1986); KROMP (1989) todos ellos en BOOIJ y NOORLANDER (1992).

Una aplicación de los artrópodos como indicadores es la estimación de la riqueza en especies en una zona a partir de taxones de alto rango, la caracterización y seguimiento de ecosistemas o la detección de alteraciones de los ecosistemas difíciles de medir de modo directo. Los colémbolos son usados frecuentemente como indicadores de la cantidad total estimada de invertebrados (GREENSLADE y GREENSLADE, 1987 en GREENSLADE, 1992).

La diversidad de distintas áreas puede compararse usando medidas basadas en el número de altos taxones presentes en cada una de ellas, así la riqueza familiar es buen predictor de la riqueza en especies para distintos grupos y regiones con una correlación positiva entre riqueza familiar y riqueza específica en cada muestreo (WILLIAMS y GASTON, 1994).

Lepidópteros como indicadores

Los lepidópteros han sido sugeridos repetidamente como especies indicadoras (HOLL, 1996). Sus comunidades están influenciadas por un número de factores que incluye la presencia de plantas huésped para las larvas, las fuentes de néctar para los adultos, el clima, la distancia al origen de las colonias, la presencia de predadores y parásitos; la relativa importancia de estos factores varía según ecosistemas, siendo esencial un buen conocimiento de los factores que influyen;

Muchas especies de lepidópteros por su fitofagia y grado de selectividad alimentaria, resultan altamente vinculadas al mundo vegetal, estableciéndose correspondencia entre las formaciones vegetales y su lepidopterofauna; la distribución geográfica de las plantas condiciona en gran medida la del insecto; "esta vinculación es particularmente intensa en las especies de ropalóceros (Papilionoidea y Hesperioidea)" (VIEJO, 1981; VIEJO y TEMPLADO, 1986; ERHARDT y THOMAS, 1991; VIEJO *et al.*, 1997. Según BAZ (1985); SAMWAYS (1994); VIEJO *et al.* (1997) "los ropalóceros son sensibles al grado de conservación de las comunidades vegetales, por lo que tienen un alto valor como indicadores biológicos; reúnen muchos de los requisitos reconocidos asociados a los taxones con valor de indicadores ambientales; la presencia o ausencia de ciertas especies puede ser indicativa del grado de conservación o degradación de una determinada formación vegetal (GARCÍA-BARROS *et al.* 1998).

Los ropalóceros (Insecta: Lepidoptera) han sido propuestos frecuentemente como indicadores por su fácil identificación y por su bien conocida biología (HOLL, 1996), siendo uno de los grupos más utilizados como indicadores de diversidad (THOMAS, C.D., 1991; BECCALONI y GASTON, 1995) y buenos indicadores de perturbaciones sobre el paisaje (WOOD y GILLMAN, 1998) y de los cambios generales que se producen en praderas y pastos seminaturales (RIBERA y FORSTER, 1997); ZANUNCIO *et al.* (1998) utilizan las fluctuaciones de las poblaciones de lepidópteros como un indicador de la estabilidad ambiental en bosque de eucaliptos en Brasil. BROWN (1997) evalúa 21 grupos de insectos entre ellos lepidópteros como taxones indicadores de cambios y perturbaciones en el bosque neotropical.

Las mariposas son indicadores particularmente sensibles a algunos tipos de cambios medioambientales: Responden más rápidamente que las plantas a cambios en la estructura y en el microclima de sus hábitats (McLEAN *et al*, 1995) y a las alteraciones de los biotopos (GEIGER *et al.*, 1987).

LUFF y WOIWOD (1995) estudian los macrolepidópteros como indicadores válidos de cambios en el uso del suelo con especial referencia a especies europeas, analizando la validez de estos insectos como indicadores en base a su diversidad, estabilidad taxonómica, facilidad de control, estacionalidad y hábitos alimenticios.

OOSTERMEIJER *et al.* (1998) estudian la respuesta de la abundancia de 49 especies de mariposas de vuelo diurno a cambios del medio como acidificación, eutrofización, pH, altura de la capa freática, estableciendo modelos útiles para su conservación; la mayor parte de sus observaciones muestran una relación unimodal por la que unas especies se comportan como indicadores claros, mostrando otras una relación sigmoidal que indica respuesta a uno o más indicadores biológicos, por lo que "algunas especies son más claramente indicativas que otras a cambios en el paisaje".

EHRLICH (1992) considera la evolución de las poblaciones de determinadas mariposas del género *Euphydryas* como "predictores de la diversidad global".

BECCALONI y GASTON (1995) basándose en estudios realizados en América Central y Sudamérica con 14 familias de mariposas, sugieren que puede ser posible usar "el total de especies o un único grupo de mariposas" como indicador para predecir la totalidad de la riqueza específica en un determinado paisaje, pudiendo tomar como indicador de la riqueza total en un paisaje la riqueza de una determinada familia.

Hay autores que proponen los lepidópteros como buenos indicadores de la riqueza específica de plantas (ERHARDT, 1985) y otros disienten de ello indicando que aquellos se distribuyen según gradientes topográficos (KREMEN, 1992); esta variedad de opiniones puede deberse a diferencias en la escala espacial de los estudios (HOLL, 1996); de cualquier modo esto sugiere que los lepidópteros no son seguros y fiables indicadores de cualquier hábitat variable (HOLL, 1996); hay ciertas especies sin embargo que son características de determinados tipos de vegetación y pueden usarse como indicadores buenos; la ausencia de tales especies podría también indicar una alteración en el sistema (HOLL, 1996); solamente las de hábitos coloniales y restringidos pueden ser indicadoras ya que serán las primeras en desaparecer tras una gestión antrópica intensiva (SPARKS y PARISH (1995).

MUNGUIRA y THOMAS (1992) encuentran que hay una correlación significativa entre la abundancia de fuentes de néctar y el número de especies y diversidad de las mariposas.

LAUNER y MURPHY (1994) examinan la distribución de las especies de mariposas y la de las plantas pratenses en 25 hábitats de California, determinando el valor de las primeras como "especies sombrilla"[11]. Determinados taxones son más efectivos como protección "sombrilla" y como eficientes indicadores de diversidad biótica (BROWN, 1991; KREMEN, 1992).

Cada hueco, natural o artificial efectuado en un bosque acarrea cambios drásticos en las condiciones del bosque y no sólo para las plantas sino también para el resto de la *biota* (SPITZER *et al.* 1997); La respuesta de las comunidades de mariposas a estos cambios es probablemente una de las más patentes y consecuentemente las poblaciones de mariposas son sujetos del estudio de la respuesta de la comunidad a la perturbación y pueden ser usadas como indicadores adecuados del tipo de prácticas de manejo del bosque (SPITZER *et al.*, 1997; HAMMOND y MILLER, 1998).

Autores como BOWMAN *et al.* (1990); THOMAS (1991); así como KEPS y SPITZER (1990); HOLLOWAY *et al.* (1992); KREMEN (1994) estos últimos en SPITZER *et al.* (1997); HAMMER *et al.* (1997) han estudiado las mariposas como bioindicadores de las perturbaciones en el bosque húmedo tropical. SWENGEL y SWENGEL (1999) consideran a pájaros y mariposas buenos indicadores de la conservación de praderas.

THOMAS (1995) en SUTER (1998) ha demostrado, utilizando estos insectos, cómo una pequeña e inmóvil especie puede sacar a la luz problemas que no son advertidos en un área o hábitat a través de medidas de conservación.

Según BLAIR y LAUNER (1997) las mariposas podrían servir como buenos indicadores de los cambios del entorno en paisajes humanizados y como excelentes indicadores de urbanización. Muchos investigadores han sugerido que aquellas son medidas indirectas de la variación medioambiental por su sensibilidad al microclima y a niveles de luz; la diversidad de mariposas puede servir como sustitutivo de la diversidad vegetal por su dependencia directa de las plantas (EHRLICH y RAVEN, 1964; KREMEN, 1992).

En biotopos de Nueva Zelanda, EMERSON *et al.* (1997) aplican técnicas cladísticas para reconstruir la historia a partir de datos de distribución de las especies. Los lepidópteros son un grupo ideal para el análisis de similitud paisajística, por su alto número de endemismos, por su capacidad de dispersión, por colonizar gran variedad de hábitats (desde el nivel del mar a zonas alpinas), por su mayor grado de especificidad especie-planta nutricia con respecto a otros órdenes de insectos (EMERSON *et al.*, 1997); Comparan estos autores áreas montañosas, costas y áreas de cultivo.

[11] Requerimientos de amplias áreas para su supervivencia, así la conservación de su hábitat implica la de un amplio conjunto de especies (NOSS en VILA, 1996).

Determinados investigadores han sugerido utilizar las variaciones poblacionales de las mariposas como medidas indirectas de las variaciones medioambientales (GILBERT 1980; 1984; PYLE, 1980; KREMEN, 1992; BROWN, 1982, todos en BLAIR y LAUNER, 1997).

I.3.5. Metodología del muestreo

Para el conteo de adultos el método más utilizado es el transecto recorrido periódicamente en los distintos meses de vuelo y descrito por POLLARD (1977) que utilizan autores como MUNGUIRA y THOMAS (1992); SPARKS y PARISH (1995); HOLL (1996); SUTCLIFFE *et al.* (1996); SWENGEL (1996; 1998); SPALDING (1997); SPITZER *et al.* (1997). Cuando la distribución espacial de las especies de mariposas varía a lo largo del transecto es consecuencia generalmente de cambios en el entorno o en el manejo del método (SUTCLIFFE *et al.* 1996); la distribución espacial de las especies se modifica en respuesta a la variación de factores como la intensidad de la sombra (POLLARD y YATES, 1993), por lo cual es importante la localización adecuada del transecto en cada paisaje.

El sistema del transecto puede ser también usado para hacer una estimación de la población total de una especie en el lugar, tanto para el estado de adulto como para las poblaciones larvales (THOMAS y SIMCOX, 1982; THOMAS, 1983a; WARREN, 1987).

HOLL (1996) utiliza un transecto de 62 m de largo en banda de 2,5 m, recorriéndolo durante 15-45 min entre las 9,30 y 16,30 horas. Las mínimas condiciones meteorológicas sugeridas por POLLARD (1977) son temperatura mínima de 13 °C con nublado <40% y de 17 °C con nublado >40%. Con un mínimo de muestreos la temperatura no afecta al número de lepidópteros observados (POLLAR, 1977; ERHARDT, 1985). WARREN *et al.* (1984) utilizan transectos de 100 x 5 m; DUELLI *et al.* (1990) utiliza transectos de 300 m de longitud a lo largo de bordes de campos; MUNGUIRA y THOMAS (1992) utilizan transectos de 100 x 2 m muestreando semanalmente de junio a septiembre. RODRIGUEZ *et al.* (1994) para determinar el período de vuelo seleccionan transectos de 3-4 km de longitud en 5 biotopos muestreando durante 10 min en 50 m del transecto; FEBER *et al.* (1996) utiliza transectos de 50 m. SPALDING (1997) aplica el transecto de 5 m de anchura cruzando el mayor número de biotopos en el lugar elegido y muestrando semanalmente; SPITZER *et al.* (1997) utilizan transectos de 200 m en banda de 2-4 m y durante 20 min. SWENGEL (1998) utiliza también el método del transecto sobre praderas de siega y pinares.

POLLARD y EVERSHAM (1995) exponen dos esquemas para la toma de datos usados en la distribución corológica, el LRS (Lepidoptera Recording Scheme) que señala la presencia de las especies en las distintas cuadrículas y el BMS (Butterfly Monitoring Scheme) descrito por POLLARD (1977) que cuantifica la información con fluctuaciones de la abundancia entre distintos muestreos (entre años, meses, etc.) a través de observaciones en un transecto fijado con una determinada anchura; con los datos obtenidos examinan las causas del declinar de especies localizadas y la expansión de otras en Gran Bretaña. MOSS y POLLARD (1993) utilizan transectos fijos en

lugares determinados; SUTCLIFFE *et al.* (1996) utilizan el método BMS para hallar índices de abundancia de ropalóceros en el Reino Unido.

Con la técnica del muestreo deberemos obtener una imagen correcta de la composición de las comunidades de ropalóceros. Los métodos de muestreo elegidos (trampas, transectos etc.) deberán permitir una cobertura aleatoria del área de estudio; SOUTHWOOD (1978) da consejos para conseguirlo, sin embargo se complica en el caso del orden de insectos que nos atañe por las variables que interaccionan, como la depredación, esquivez, competitividad, condiciones meteorológicas, atracciones por la humedad, sombreado, sol etc., que conducen a una agrupación o dispersión de los organismos; en estos casos, aun utilizando de una manera aleatoria la parcela y el método de muestreo es muy difícil asegurar que los individuos se muestrean aleatoriamente. "Esta no aleatoriedad no es importante ya que los índices de diversidad asumen que la probabilidad de que dos individuos muestreados sucesivamente pertenezcan a la misma especie depende solamente de la abundancia relativa de las especies en la comunidad" (MAGURRAN, 1989).

"La abundancia de las poblaciones de insectos sigue frecuentemente una distribución que se aproxima al modelo lognormal" (FAGAN y KAREIVA, 1997), según la cual unas pocas especies son o muy abundantes o extremadamente raras, estando la mayoría en abundancias medias: La utilización de listas de especies tiene aplicación para hacer comparaciones entre la diversidad de regiones distintas. Estos autores definen la rareza de una especie considerando el peligro o amenaza, la escasez numérica o la distribución muy restringida.

Los mapas de distribución tienen importancia, pero su interpretación, de acuerdo con THOMAS y ABERY (1995) debe realizarse con precaución cuando se trata de hablar de la rareza de una especie; el mapa indica la presencia pero no justifica la ausencia real.

I.3.6. Medición de la diversidad[12]

Siguiendo a MAGURRAN (1989), las medidas de diversidad pueden dividirse en tres grandes grupos:

- Mediciones de la riqueza de especies cuyos índices son sensibles al tamaño muestral (índices S y Margalef).
- Modelos de abundancia de especies basados en supuestos biológicos no demostrados.
- Índices basados en la abundancia proporcional de las especies (índices de Simpson, Shannon, Berger-Parker, alfa).

Los índices utilizados deben tener una alta capacidad discriminatoria y detectar pequeñas diferencias entre localidades. Los índices más clásicos y usados en la literatura son el de Simpson, Margalef y Shannon; el índice de Hill, clasifica los anteriores de acuerdo al peso que cada uno de ellos otorga a las especies raras (MARTIN-PIERA, 1997). El índice de Shannon es muy utilizado entre otros por BAUR

[12] "Expresión de la variedad de especies y su abundancia o distribución" (MARGALEF, 1993)

et al. (1996) que estudia la variación y riqueza de plantas y los grupos de invertebrados en 3 zonas de praderas de montaña; el índice de dominancia de Berger-Parker es utilizado entre otros por SOUTHWOOD *et al.* (1982).

En la medición de las abundancias se utiliza la transformación logarítmica en clases de abundancia (MOSS y POLLARD, 1993), de esta forma es menor la dependencia del índice a las abundancias altas. El modelo de distribución aporta un mejor conocimiento de la distribución de las poblaciones de las distintas especies (SOBERON y LLORENTE, 1993), además corrige la heterogeneidad y errores de elección en los muestreos (PALMER, 1990; SPARKS y PARISH, 1995) y es efectivo como predictor de la diversidad (BALTANAS, 1992).

El tamaño muestral está íntimamente asociado a la medición de diversidad; al aumentarlo, aumentan los índices de Margalef y Shannon y decrecen los de dominancia como el de Simpson y el de Berger-Parker, por lo que es esencial usar el mismo tamaño muestral en todas las estaciones para no originar absurdos, debiendo determinarse en función de la naturaleza de los organismos que se investigan y de las características y condiciones del marco donde se realiza la investigación (MAGURRAN, 1989).

Las mediciones de diversidad proporcionan más información y son más fáciles de interpretar cuando se aplican a grupos taxonómicamente bien definidos, debiendo tener sumo cuidado en las extrapolaciones entre las diversidades de grupos taxonómicamente distintos (MAGURRAN, 1989).

En un estudio anual sobre polillas durante 4 años en 9 localidades, el índice alfa de distribución logarítmica se muestra como el mejor discriminador seguido del índice de Shannon, S (riqueza en especies) y Simpson (TAYLOR, 1978 en MAGURRAN, 1989); sin embargo BANAGHER en MAGURRAN (1989) considera con mayor grado de discriminación los índices S y Margalef. MORRIS y LAKHANI (1979) sobre hemípteros y en praderas de corte confirman que el índice de Simpson es menos sensible a las diferencias entre localidades que el de Shannon.

KEMPTON y TAYLOR (1974) en MAGURRAN (1989) hallaron que el índice alfa de la serie logarítmica estaba menos afectado por el tamaño muestral que los índices de Shannon y de Simpson.

Un aumento significativo de la riqueza en especies puede no modificar sustancialmente la diversidad; la diversidad mide las relaciones biológicas entre las especies que constituyen la riqueza faunística del ecosistema (MELIC, 1993). El mismo autor comenta los índices de Shannon y de Simpson con una ventaja del primero sobre el segundo como es el disponer de un valor máximo constante en torno a 5,3 que puede servir de referencia (MELIC, 1993; MARGALEF, 1992).

La medida de diversidad puede aplicarse también a los hábitats, denominándose diversidad beta a la medida de las diferencias o similitudes entre una serie de ellos, utilizando coeficientes de similaridad y los índices de Jaccard y de Sorenson; el índice de Sorenson, modificado por Bray y Curtis y el de Morisita-Horn tienen en cuenta las abundancias, así para MAGURRAN (1989) de todas las técnicas verificadas es Sorenson el índice que da mejores resultados y para WOLDA (1981) es Morisita-Horn

el más satisfactorio. DUELLI *et al.* (1990) utilizan el índice de Sorenson modificado para determinar la similitud faunística entre paisajes.

El análisis Cluster permite una buena representación gráfica de la diversidad beta de un cierto número de paisajes o estaciones usando datos de presencia-ausencia o cuantitativos. Una técnica útil de ordenación para investigar la similitud conjunta entre localidades y poder diferenciar distintos grupos es el Análisis de Componentes Principales (MAGURRAN, 1989).

II. OBJETIVOS

La actividad antrópica ejerce un efecto diferencial sobre los parámetros ecológicos de las comunidades de ropalóceros que es función directa del grado de alteración del ecosistema.

Se trata de cuantificar dentro de parámetros espacio-temporales concretos (Somontano de Barbastro), en qué medida las tesis agrícolas productivistas con uso intensivo de mecanización y agroquímicos por un lado o las prácticas agrarias tradicionales que permiten la presencia de elementos paisajísticos autóctonos por otro, influyen sobre la biodiversidad en un determinado ecosistema.

De la hipótesis planteada en introducción, surgen unos experimentos para verificar aspectos parciales de la misma y unos objetivos generales a conseguir que se concretan en:

1. Conocer la faunística y las variaciones de la diversidad biológica de ambientes sin apenas actividad a otros con actividad antrópica acusada, a través del efecto que dicha actividad ejerce sobre determinados parámetros ecológicos de las comunidades de ropalóceros[1] (Insecta:Lepidoptera):

1.1. Determinar en base a las poblaciones de ropalóceros, la composición, estructura faunística y diversidad biológica:

1.1.a. En las formaciones vegetales[2] o paisajes configurados por una continuada y diversa actividad agraria dentro del territorio de los dominios de *Violo-Quercetum fagineae* Br.-Bl. & O. de Bolòs, 1950 y de *Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & O. de Bolòs, (1956)1957[3].

1.1.b. En los paisajes agrarios con distintas intensidades de gestión técnica, agrosistema, dentro del dominio de *Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & O. de Bolòs, (1956)1957.

1.1.c. En el conjunto comarcal

1.2. Verificar el grado de correlación entre la diversidad de las poblaciones de ropalóceros y ciertos parámetros derivados principalmente de la actividad antrópica y que influyen en la configuración paisajística del territorio (cobertura vegetal, parcelación, intensidad de gestión, etc).

[1] Ropalóceros o mariposas (español), papillons (francés), butterflies (inglés). Antenas en maza o filiformes y vuelo diurno.

[2] Se considera formación vegetal la agrupación de plantas con una fisionomía determinada, sometida a unas condiciones ambientales concretas y caracterizada por una o varias especies dominantes, coincidiendo en líneas generales con el concepto de Fenosistema de GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ (1981) que utilizan autores como VIEJO y TEMPLADO (1986); YELA (1992).

[3] Para caracterización de las comunidades vegetales ver inventarios de la tabla 7 en anexo 2.

1.3. Conocer la relación biocenológica existente entre las poblaciones de ropalóceros y los distintos paisajes en los dominios vegetales de *Violo-Quercetum fagineae* y de *Quercetum rotundifoliae* y en el agrosistema con distintas intensidades de gestión agraria:

1.3.a. Determinar el grado de similitud faunística entre paisajes en relación a su vinculación con las poblaciones de ropalóceros que albergan.

1.3.b. Caracterizar el grado de alteración ecológica de los paisajes según la presencia de determinadas familias y especies de ropalóceros utilizadas como indicadores.

2. Conocer la distribución espacio-temporal de los ropalóceros (Insecta: Lepidoptera) en la comarca Somontano y la influencia que la actividad antrópica ejerce sobre aquella:

2.1. Cuantificar el rango de ocupación de las diferentes áreas comarcales por las distintas especies de ropalóceros.

2.2. Determinar la dinámica temporal y las particularidades ecológicas de cada una de las especies de ropalóceros.

2.3. Cartografiar sobre proyección UTM de 5 x 5 km la distribución espacial de las especies (atlas de distribución).

III. MATERIAL Y MÉTODOS

III.I. MATERIAL

Se describen las características generales de los elementos componentes de la biocenosis estudiada:

III.I.1. Emplazamiento de la investigación, análisis del área geográfica.
III.I.2. Características de la vegetación natural actual y del agroecosistema[1].
III.I.3. Características de los paisajes[2] muestreados.
III.I.4. Características generales y clasificación de los Rhopalocera (Insecta: Lepidoptera).

[1] Se denomina agroecosistema de acuerdo con GOMEZ-SAL (1993) ya que los sistemas agrarios a los que nos referimos son analizados bajo un enfoque ecológico.

[2] Utilizamos "paisaje" como "fenosistema", en la acepción de GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ (1981) como la "percepción multisensorial de un sistema de relaciones ecológicas" y asimilándolo al concepto de "formación vegetal" como la agrupación de plantas con una fisonomía determinada y caracterizada por una o varias especies dominantes.

III.I.1. EMPLAZAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN. ANÁLISIS GENERAL DEL ÁREA GEOGRÁFICA

Se define y estudia el área geográfica como el laboratorio natural donde se lleva a cabo la investigación.

III.I.1.1. El medio abiótico

La caracterización del medio abiótico se ha fundamentado principalmente en la observación personal de la zona con el apoyo de la cartografía existente, mapa provincial 1:200.000; cartografía de España proyección Universal Transverse Mercator (UTM), elipsoide Hayford, datum European 1950; mapa general serie C, 1:100.000, 4 hojas (15-6 Huesca; 15-7 Sariñena; 16-6 Graus; 16-7 Balaguer) a partir de las cuales se ha confeccionado el mapa general que se presenta en la figura III.I.2 con divisiones UTM de 5 km de lado, adecuada a los objetivos planteados para esta investigación.

III.I.1.1.1. Situación y límites geográficos

La investigación se desarrolla en la región geográfica de la Depresión del Ebro en la comarca geográfica del Somontano del Sobrarbe[3] hoy denominada Somontano de Barbastro que coincide en líneas generales con la comarca administrativa Somontano-Barbastro, situada en el piedemonte de las sierras marginales, al sur de las sierras exteriores prepirenaicas oscenses y que linda por el sur con la comarca de Monegros. Recibe su nombre de la propia localización geográfica. Barbastro es la localidad más importante y aglutina el comercio e industria de la zona y la identifica como comarca; no es frecuente, pero en nuestro caso la denominación "Somontano" debida a la posición espacial geográfica de la comarca, coincide con la denominación administrativa.

Diferentes ordenaciones del territorio para determinar los límites comarcales se han realizado en función de criterios geográficos, socioeconómicos y administrativos.

En la delimitación de la comarca se han tenido en cuenta diversos criterios (SALANOVA, 1990; GOMEZ-BAHILLO, 1991; LISON, 1990; CARNICER, 1994) y se ha seguido el criterio geográfico coincidente con LISON (1990) y con RUBIO en GOMEZ-BAHILLO (1991) que define el Somontano de Barbastro como "el espacio comprendido entre las estribaciones meridionales de las sierras Exteriores del Subpirineo (Arangol, Rufás, Balcés, Sevíl, Suelves, Naval) y los cauces de los ríos Cinca al este, Alcanadre al oeste y la llanura de los Monegros al sur". Se añade el municipio de Bárcabo por el norte que incluía el Ministerio de Agricultura en la comarcalización agraria.

Situada al noreste de Aragón en el centro geográfico de la provincia de Huesca (figura III.I.1) es nudo importante de comunicaciones. La principal vía es la N-240 que

[3] Sobrarbe: Condado constitutivo del antiguo Reino de Aragón, hoy forma una comarca natural y administrativa en torno a las localidades de Ainsa y Boltaña; ocupa la cuenca alta del río Cinca en la zona central de las sierras pirenaicas desde las cumbres del pirineo axil a las estribaciones de las sierras exteriores; por el este linda con la comarca de Ribagorza y por el sur con la del Somontano-Barbastro.

establece nexo con las ciudades de Huesca y Lleida y las A-138 y A-139 con las comarcas pirenaicas limítrofes de Sobrarbe y Ribagorza.

Coordenadas: 41° 55' a 42° 20' latitud norte
0° 20' longitud este a 0° 10' longitud oeste

Proyección UTM Uso: 30T y 31T
División 100 km YM, BG
Límites: norte, abscisa 95; sur, abscisa35
oeste, ordenada 35; este, ordenada 80

Cuadrículas UTM 10 x 10 ocupadas total o parcialmente (figura III.I.2):
YM 49, 38, 48, 37, 47, 36, 46, 35, 45, 34, 44, 43
BG 58, 68, 57, 67, 77, 56, 66, 76, 55, 65, 75, 54, 64, 53.

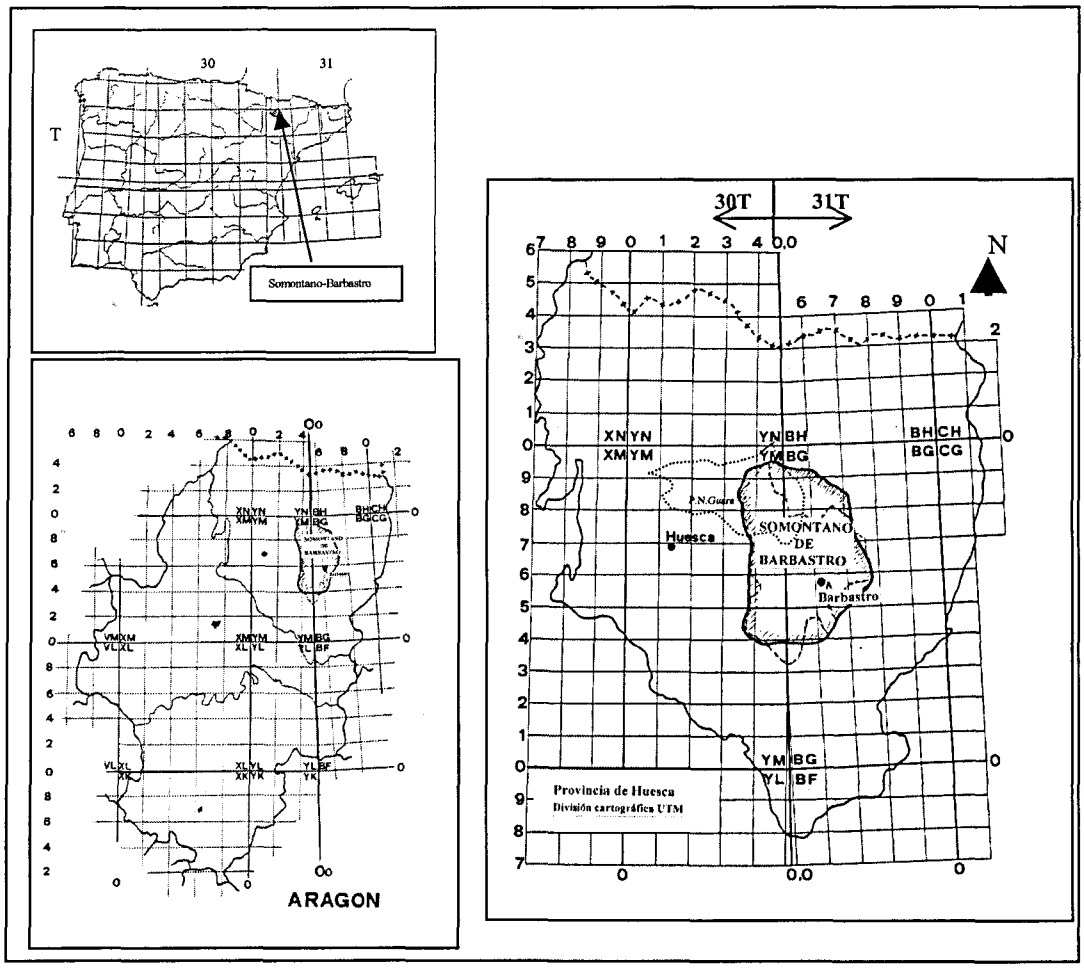


Figura III.I.1. Localización geográfica de la comarca Somontano de Barbastro.

El cuadrante noroccidental forma parte del territorio protegido del Parque Natural de la Sierra y Cañones de Guara (figura III.I.1).

Comarca eminentemente agraria y con gran diversidad paisajística. Al sur predominan los cultivos agrícolas con restos de antiguos carrascales hoy matorral de aliaga y romero con lenta recuperación hacia el carrascal. En el centro y centro-norte

abunda el carrascal más o menos degradado y al norte aparecen manchas de quejigar puro o mezclado con carrascal con boj.

La comarca queda delimitada perfectamente por el oeste por el curso del río Alcanadre y por el este con el pantano de El Grado, curso del río Cinca y Sierra de La Carrodilla. Los límites norte y sur son más difusos y un tanto arbitrarios; se ajusta bastante a la realidad natural (figura III.I.2), fijando el límite septentrional en una línea imaginaria que une más al norte de la localidad de Rodellar con el alto de la sierra de Sevíl, collado de Eripol y cola del pantano de El Grado (línea horizontal 95-90 de la división UTM); el límite meridional queda fijado entre los ríos Alcanadre y Cinca bordeando por el sur los términos municipales de Peralta de Alcofea, Ilche y Castejón del Puente (línea horizontal 35 de la proyección UTM).

El trazado de la N-240 coincide sensiblemente en su mitad oeste con la línea imaginaria que establece una división natural entre la subcomarca norte en el dominio del carrascal con boj y quejigar más o menos seco con islas de cultivos de secano y la subcomarca sur en el dominio del carrascal seco y del albardinal con predominio de cultivos de secano y de regadío.

La investigación se desarrolla de sur a norte entre las localidades de Peralta de Alcofea y Bárcabo y de oeste a este entre Lascellas y Estadilla y en altitudes entre 350 y 800 m (nmm), aunque en las sierras de la comarca se alcanzan mayores alturas (figuras III.I.2 y III.I.3).

La superficie comarcal es de 1.249,05 km^2 según datos de la Diputación General de Aragón de los años 1994 y 1997, con distancias máximas de 58 km de norte a sur y de 38 km de oeste a este.

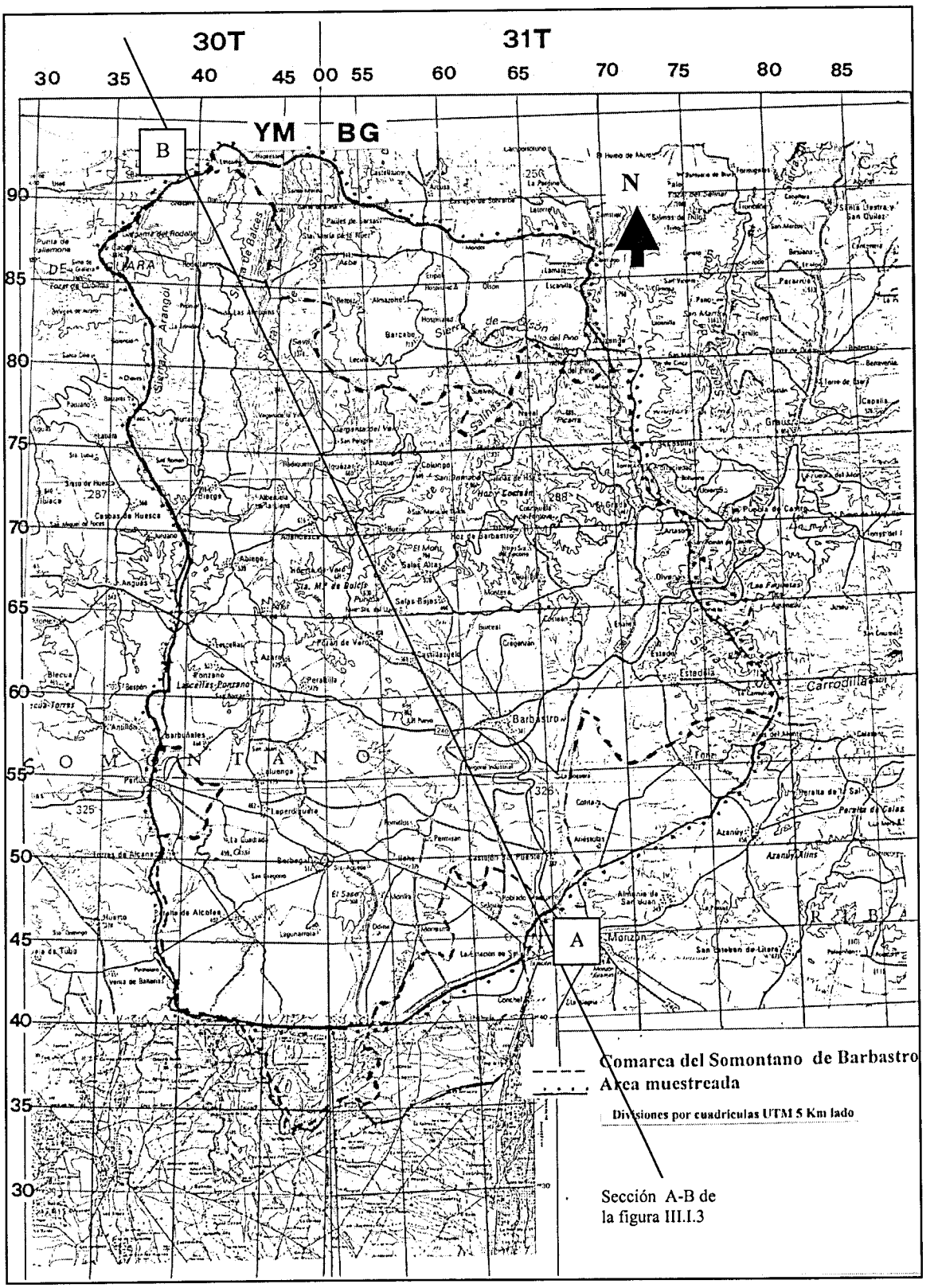


Figura III.I.2. Delimitación comarcal del Somontano de Barbastro.

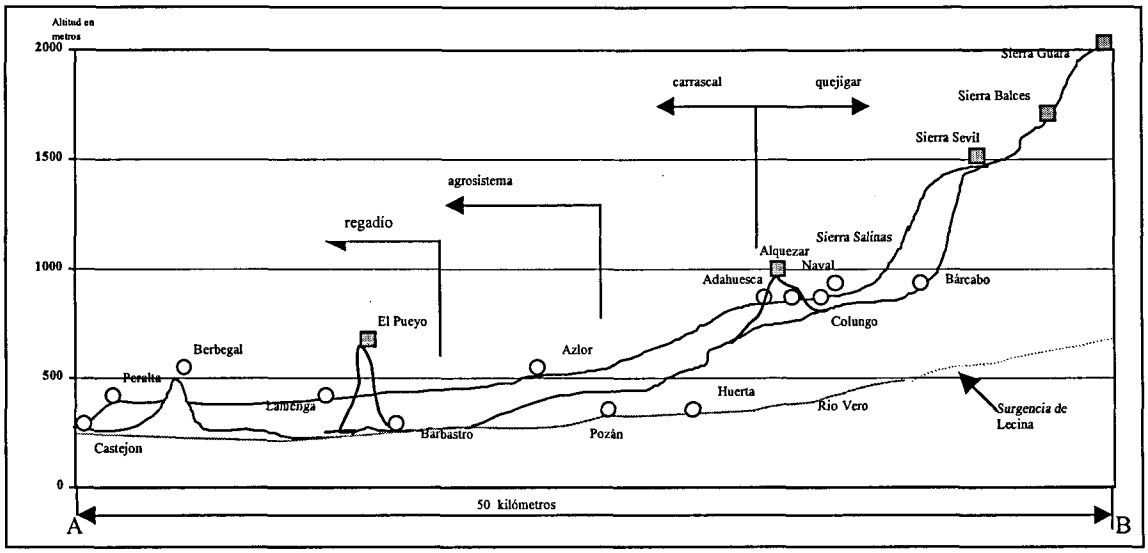


Figura III.I.3. Sección logitudinal A-B de la comarca del Somontano, indicada en la figura III.I.2.

III.I.1.1.2. Geomorfologia y edafología

Territorio geomorfológicamente muy variado, con áreas llanas al sur y numerosas sierras y elementos geográficos accidentados en la mitad norte, con profundos cañones en los principales cauces de ríos.

En la mitad sur abundan las tierras llanas y elevadas, denominadas "sasos", sobre sustrato de conglomerados de gravas, arenas y/o arcillas según áreas; la erosión de parte de estos "sasos" ha originado las actuales vales o fondos de valle plano con drenaje deficiente, ricos en arcillas y limos y en ocasiones con elevada concentración de sales, incrementadas por la generalización de los riegos.

Las principales sierras que conforman el territorio por el norte y de oeste a este son, Arangol y Balcés (1540 m), Sevíl (1441 m), Olsón (1011 m), Salinas (867 m) y La Carrodilla (1108 m). En el centro y hacia el sur, partiendo de la base de las estribaciones montañosas se extiende una llanura escalonada que va descendiendo hacia la comarca de Monegros en la Depresión del Ebro con lomas y muelas que no superan los 600 m de altitud en un paisaje con relieve en estructura tabular con suave inclinación hacia el sur.

En la localidad de Peraltilla emerge un anticlinal de yesos que recorre la comarca por su centro de oeste a este ensanchándose progresivamente para continuar hasta más al este de Balaguer en la provincia de Lleida.

En la mitad norte abundan los suelos pobres, de profundidad escasa sobre materiales areniscos, arcillosos y margosos; en los fondos de valle y zonas aluviales son más ricos y profundos; en la mitad sur, ocupada en gran parte por los regadíos abundan los suelos esqueléticos en las colinas y profundos en los valles.

Se distinguen los siguientes tipos de suelos siguiendo a CARNICER (1994):

- Aluviales.- Suelos profundos, sin horizontes diferenciados. Son buenos suelos agrícolas y en ellos se han instalado la mayor parte de los regadíos. Situados en los fondos de valle y en la subcomarca sur; donde el subsuelo está constituido por gravas y arenas como en los denominados "sasos" el drenaje es bueno, pero también abundan los instalados sobre arcillas, con problemas de drenaje.
- Suelos de terraza.- Formados en el cuaternario al variar el régimen fluvial; subsuelo de material grosero sin problemas de drenaje; los hay sobre margas yesíferas y sobre areniscas con áreas de litosuelos. En las cimas de las colinas se encuentran xeroredzinas y margas en las laderas.
- Suelos pardo-calizos pobres en materia orgánica.
- En algunas áreas del regadío se han producido y agravado problemas de salinización por manejo no adecuado del riego .

En la figura III.I.4 se localizan los distintos tipos de suelo según el Servicio Cartográfico del Instituto Geográfico y Catastral.

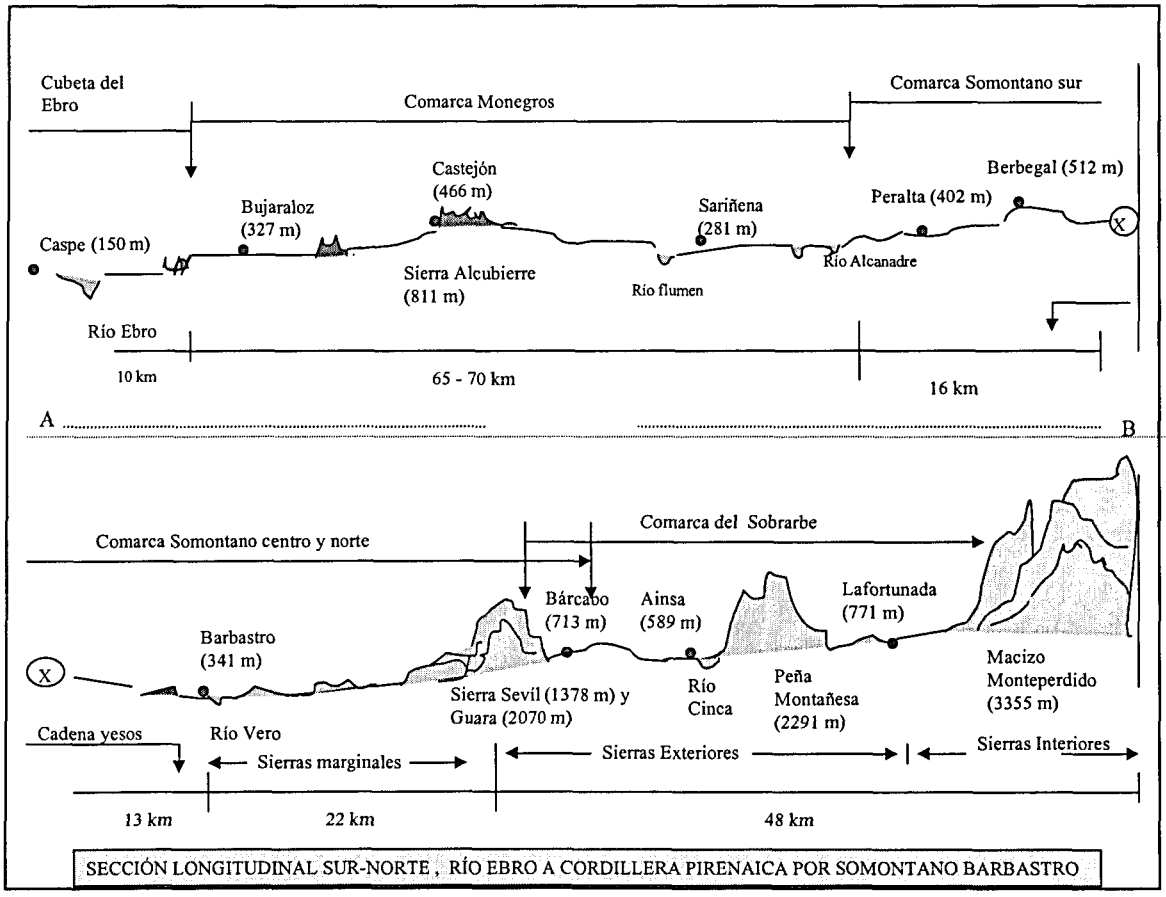
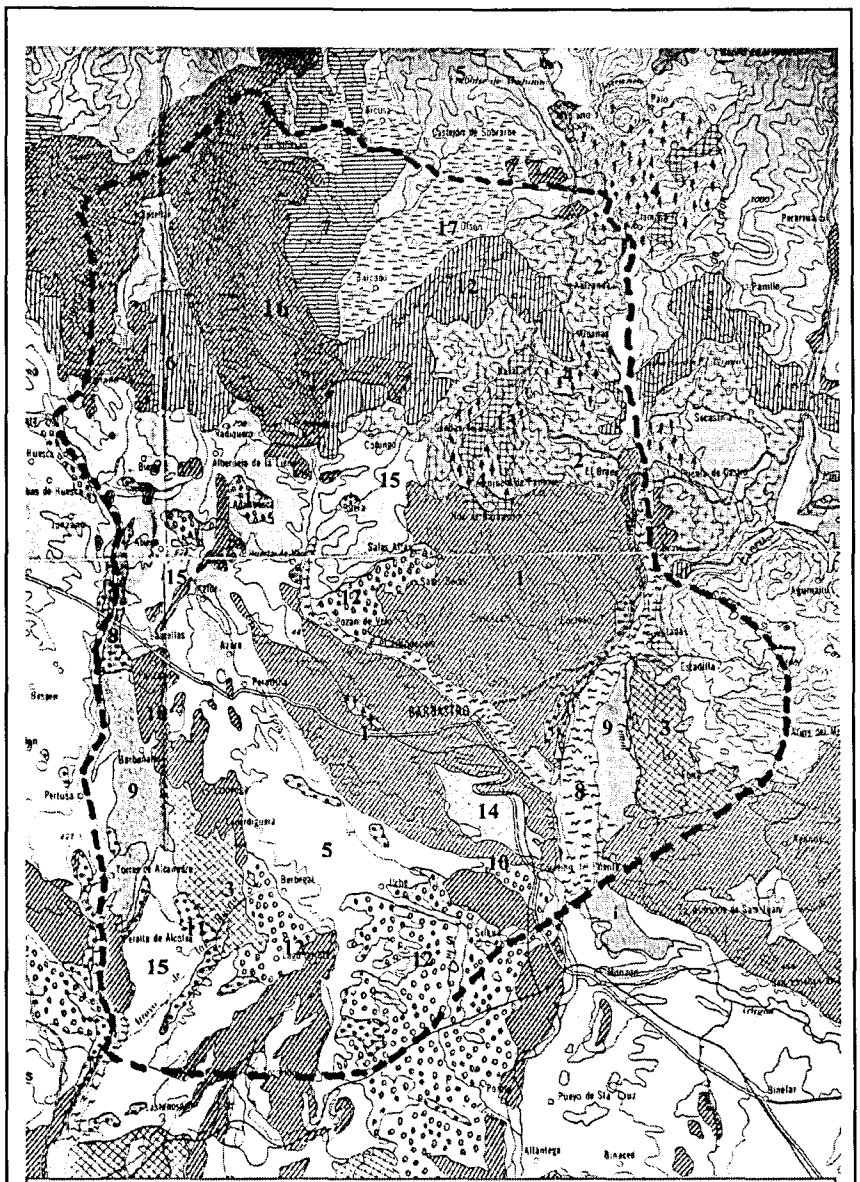


Figura III.I.3.bis. Sección longitudinal río Ebro (A)-Cordillera Pirenaica (B), pasando por la comarca del Somontano de Barbastro.



1. suelos pardo calizos sobre margas areniscas no consolidadas
2. suelos pardo calizos sobre margas y conglomerados
3. suelos pardo calizos sobre calizas
4. suelos pardo calizos sobre calizas con áreas de litosuelos y rendsinas
5. suelos pardo calizos sobre margas y areniscas del oligoceno
6. suelos pardo calizos sobre conglomerados con áreas de rendsinas y litosuelos
7. suelos pardo calizos sobre flysch del oligoceno
8. suelos aluviales
9. suelos de terraza, calizos en primeras terrazas del Ebro
10. suelos de terraza rojos en terrazas antiguas
11. suelos de terraza pardo calizos sobre terrazas altas erosionadas
12. suelos poco evolucionados sobre sedimentos margosos
13. suelos poco evolucionados sobre margas y yesos
14. suelos poco evolucionados sobre margas yesíferas
15. xerorendsinas sobre areniscas del oligoceno
16. rendsinas con áreas de terra rossa y terra fusca sobre calizas
17. litosuelos y vertisuelos topomorfos

Figura III.I.4. Mapa de suelos del Somontano. Fuente: Servicio de Cartografía del Instituto Geográfico y Catastral (adaptación personal).

III.I.1.1.3. Climatología

La zona está enclavada entre los pisos colino y montano, siendo su clima **mesomediterráneo con fuerte influencia continental** que se hace más ostensible en los llanos del sur.

Las sierras que en dirección E-O delimitan la comarca por el norte, así como los valles de los ríos N-S condicionan el clima, cuyas variaciones tienen carácter altitudinal: La subcomarca norte es más fresca y con mayor pluviosidad, aunque por su irregularidad interanual y variabilidad mensual no puede considerarse como zona húmeda; la subcomarca sur es transición hacia la aridez de Monegros con menores precipitaciones y mayor incidencia de vientos.

Según los mapas aportados por CUCHÍ (1995), el Somontano se encuentra entre las isolíneas 13 y 14 °C de temperatura media anual, entre 400 y 500 mm de precipitación media anual y entre 700 y 800 mm de evapotranspiración potencial.

El clima es de tipo mediterráneo continentalizado, con estación estival cálida y seca (CREUS-NOVAU, 1983; CARNICER, 1994) primavera y otoño lluviosos y frío prolongado en invierno con áreas de nieblas persistentes en el centro y sur; déficit hídrico en un período corto a fines del invierno y otro más largo de junio a septiembre. Los datos climatológicos (tabla III.I.1) y los diagramas ombrotérmicos (figura III.I.6) indican claramente que de norte a sur se incrementa el período seco y en menor intensidad de oeste a este; la pluviometría aumenta hacia el norte y oeste y disminuye hacia el este y sur.

Tabla III.I.1. Datos climatológicos de algunas localidades de la comarca (ubicación en figura III.I.5) fuente: Centro Meteorológico Territorial de Aragón, La Rioja y Navarra. Zaragoza.

Estación	ubicación comarcal	Altitud (m), nmm	Temperaturas medias anuales			Pluviosidad anual (mm/m²)			Indice de continentalidad[4] K	Factor de pluviosidad de Lang	Indice de Dantin y Ravenga
			media	máxima	mínima	media	máx/24 h	nº días			
Bárcabo	N	720	11,9	18,6	5,2	668,2	56,3	71,5	24,7	56,1	1,78
Berbegal	S	475	13,9	19,7	8,1	431,4	42	59,2	29,8	31,0	3,2
Abiego	W	539	13,7	20,3	7,2	633,8	53	70,7	29,5	46,2	2,16
El Grado	E	425	14	20,4	7,6	558,1	51	70,5	29,6	39,8	2,5

La temperatura media anual de toda la comarca oscila entre 10 y 14 °C. El déficit hídrico es general en toda el área durante los meses de julio, agosto y septiembre, prolongándose a junio y octubre en las zonas más meridionales de la comarca, por lo que la falta de agua en el suelo alcanza los 5 meses al año (CARNICER, 1994).

[4] Según índice de Gorezynski (RIVAS-MARTÍNEZ en PEINADO y RIVAS, 1987).
K = 1,7 A/sen L –20,4 (A es la amplitud anual de temperaturas; L la latitud). Si K>30 el clima es muy continental.

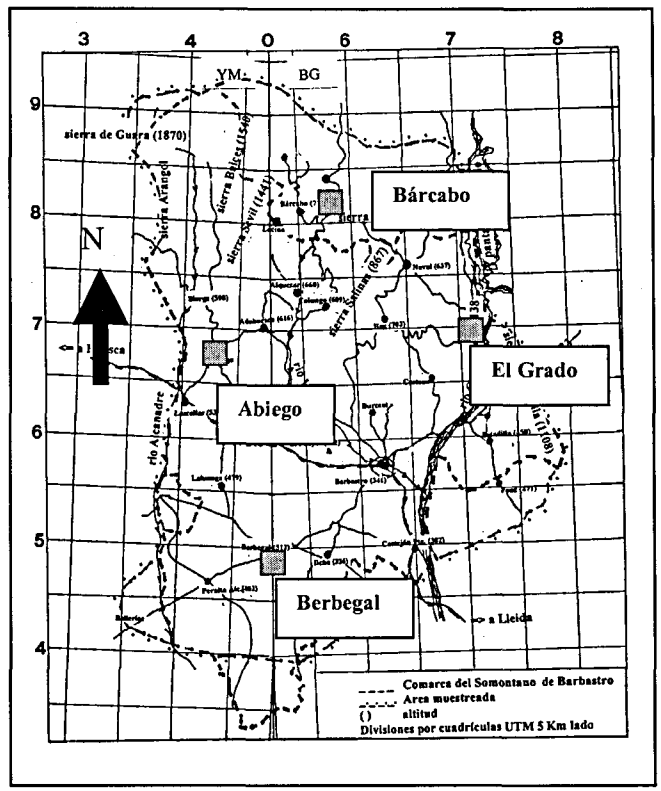


Figura III.I.5. Ubicación de las estaciones climatológicas consideradas.

Índices bioclimáticos obtenidos para Barbastro según MOLINA y PERTÍÑEZ (1997)

Índice de termicidad (It)	261
Índice de continentalidad (Ic)	28,7
Índice ombrotérmico anual (Io)	3,05

A partir de los índices anteriores :

Macroclima	Mediterráneo
Bioclima	Mediterráneo pluviestacional-oceánico
Termotipo	Mesomediterráneo
Ombrotipo	Subhúmedo

El Somontano dentro de la provincia de Huesca presenta la siguiente caracterización agroclimática, siguiendo a CUCHÍ (1995):

Tipo de verano según J. Papadakis.- La mayor parte de la comarca se incluye en el tipo **maíz**; el sureste penetra en **arroz** y el norte en **trigo.**

Tipo de invierno según J. Papadakis.- **avena fresco**; el norte en **trigo-avena.**

Régimen de humedad según J. Papadakis.- **mediterráno seco**; por el norte penetra en **mediterráneo húmedo.**

Según el índice de higrocontinentalidad, las formaciones fisionómicas del Somontano pertenecen a **durilginosa.**

Según el régimen de humedad del suelo.- **xérico**; el norte de la comarca **ústico.**

Según DEL MONTE (1995) el Somontano de Barbastro pertenece bioclimáticamente a la región **mediterránea**[5]

subregión **mediterránea occidental**
superprovincia **mediterráneo-iberolevantina**
provincia **aragonesa**
sector **somontano aragonés**

Pisos bioclimáticos (según el mapa de series de vegetación de España de RIVAS-MARTÍNEZ, 1987):

Supramediterráneo[6], generalizado en el norte comarcal por encima de 500 m (nmm) y en el que se encuentran los quejigares de *Quercus faginea* Lam. y *Quercus cerrioides* Willk.&Costa.

Mesomediterráneo[7] en el centro y sur, dominan las formaciones de carrascas (*Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.)Samp.) con campos de cultivo. Tendencia continental más acusada cuanto más al sur, donde dominan formaciones muy abiertas o en estepa.

En la clasificación de los cultivos de secano por zonas agroclimáticas que figura en las Informaciones Técnicas de la Consejería de Agricultura del Gobierno de Aragón, el centro y sur comarcales están incluidos en los secanos semiáridos del valle del Ebro y el norte en los secanos subhúmedos de la zona subpirenaica (DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN, 1988).

[5] La región Mediterránea se caracteriza por un estío más o menos largo, seco y caluroso en el que la precipitación es menor que el doble de la temperatura; en el índice de aridez I=P/2T, I<1; Indice de mediterraneidad Im= ETP/P, Im (julio)>4,5, Im (julio-agosto)>3,5, Im (julio-agosto-septiembre)>2,5, dominan las especies vegetales pertenecientes al género *Quercus*.

[6] Inviernos rigurosos y largos (-4<m<-1). Temperatura media anual entre 8 y 13 °C. P>350 mm/m2 y año

[7] Inviernos acusados (-1<m<4). Temperatura media anual entre 13 y 17 °C. Precipitación > 200 mm/m2 y año.

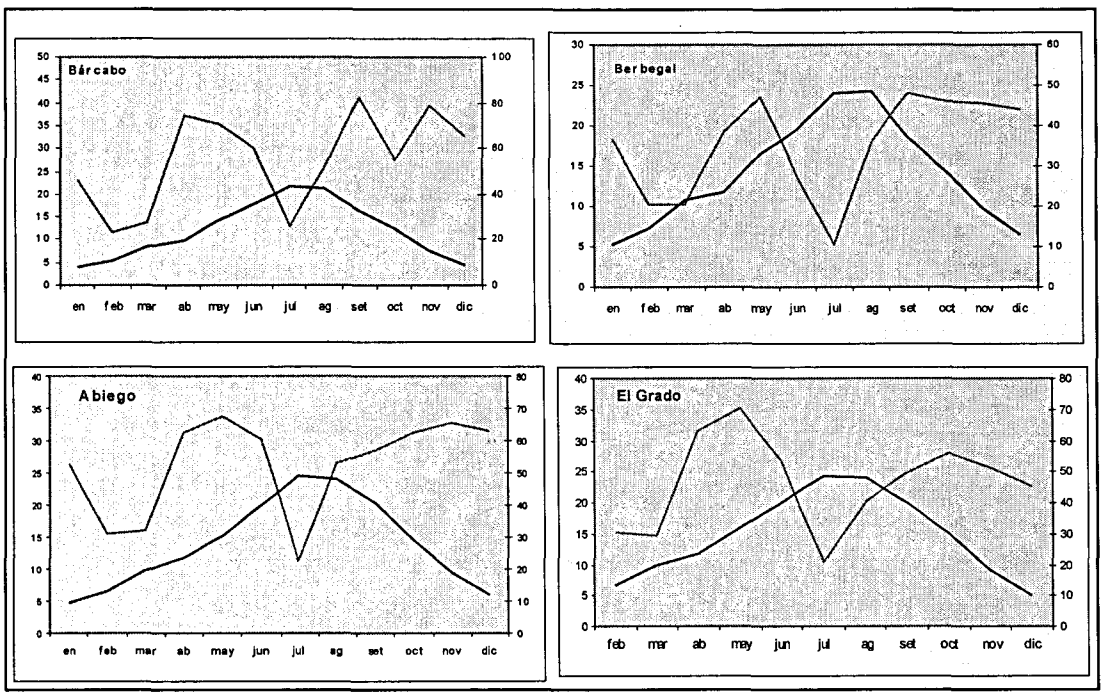


Figura III.I.6. Diagramas ombrotérmicos de las estaciones climatológicas cuya ubicación aparece en figura III.I.5. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Centro Meteorológico Territorial de Aragón, La Rioja y Navarra.

Según los diagramas bioclimáticos de Barbastro, representativos del centro geográfico comarcal y realizados según diversas condiciones de capacidad de retención y de escorrentía, las disponibilidades hídricas a la salida de invierno son de escasa cuantía frente al aumento de la evapotranspiración (SANZ, 1995). La influencia del suelo es muy poco relevante al serlo también los sobrantes hídricos invernales. Hacia el sur la evaporación se hace más importante y en el norte comarcal la precipitación aumenta y disminuye la evapotranspiración.

Tras analizar los distintos parámetros el clima general medio en el Somontano de Barbastro es de tipo Mediterráneo Continentalizado con estación estival cálida y seca con un gradiente más acusado de norte a sur.

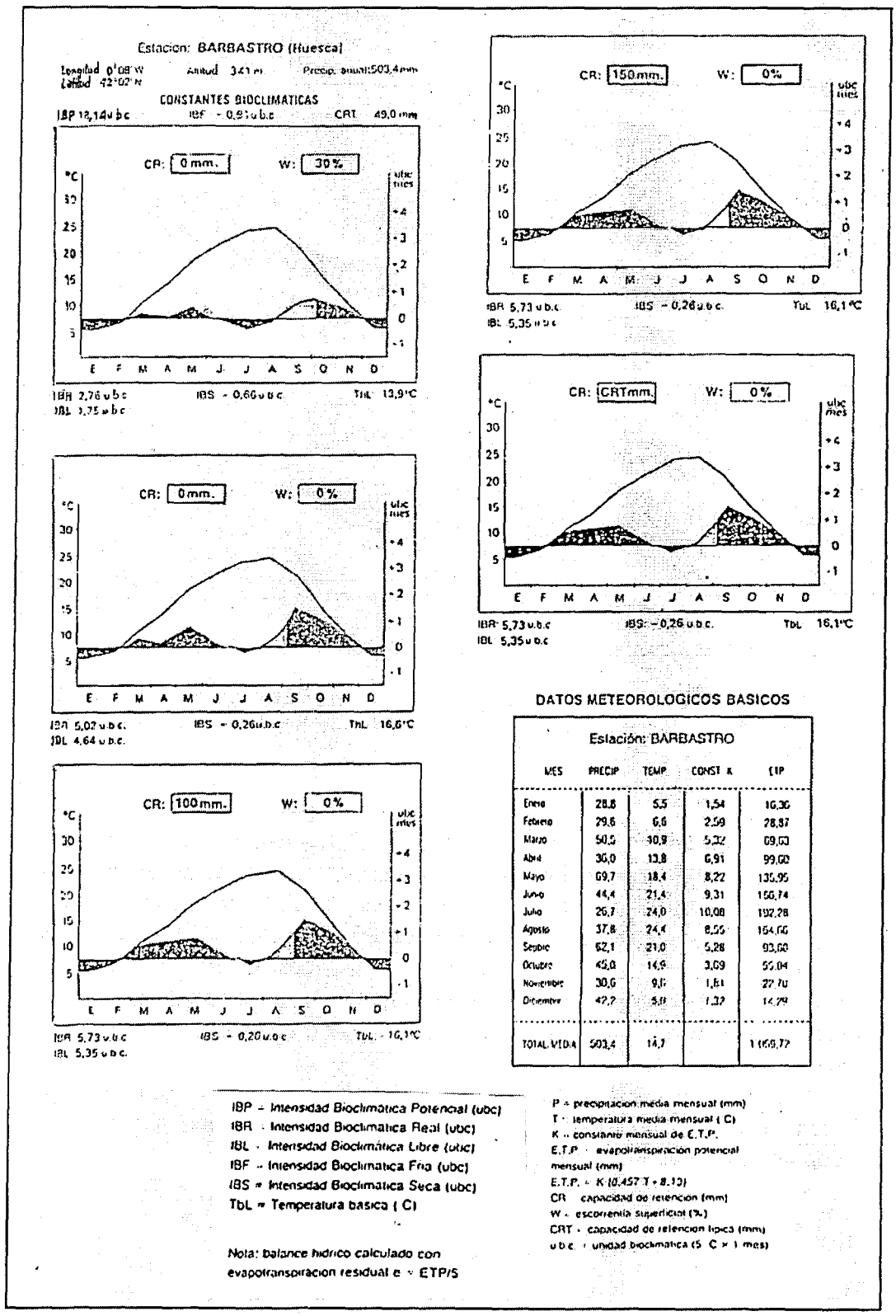


Figura III.I.7. Diagramas bioclimáticos de Barbastro. Fuente: SANZ (1995).

III.I.1.1.4. Hidrología

La comarca está ubicada en la cuenca del río Vero, afluente del Cinca. La red fluvial está compuesta de oeste a este por los ríos Alcanadre e Isuela, Vero y Cinca y por numerosos barrancos y desagües naturales tributarios de ellos.

Río Alcanadre.- Nace en la sierra de Galardón, más al norte de la sierra de Guara y atraviesa las gargantas de Rodellar; recibe aguas de las sierras de Balcés y Arangol, volviendo a estrechar su cauce con nuevas gargantas en las cercanías de Morrano y Bierge; su cauce forma el límite natural de la comarca por el oeste. El aforo en la estación de Peralta de Alcofea (sur de la comarca) es de 177 hm^3/año (CARNICER, 1994) con máximos en noviembre-diciembre y en abril, que recibe de una cuenca de 765 km^2 (la mayor parte fuera de la comarca); como afluentes tiene por la izquierda el río Isuela formado a partir del Balcés, por la derecha el Formiga y Calcón; barrancos tributarios importantes son Mascún, Rija y Clamor Amarga. Toda la cuenca norte presenta alto grado de encajamiento en sus cauces.

Río Vero.- Identifica la comarca, ya que la recorre por su centro de norte a sur; de él derivan aguas para alimentar pequeñas vegas de huertos tradicionales. Cuenca de 377 km^2 es pequeña con frecuentes y rápidas crecidas, presentando en verano fuerte estiaje aunque sin llegar a secarse. La estación de aforo de Barbastro da una media anual de 74,1 hm^3 con un rango de dispersión de 21,2 hm^3 y con aportes máximos en abril y diciembre (CARNICER, 1994).

Nace en Capramonte (sierra de Morcat) al norte de la comarca y recoge aguas de las sierras de Sevil y Olsón; en su recorrido inicial pasa por tierras muy permeables por lo que durante buena parte del año parte de su cauce medio se mantiene seco con aguas subálveas, siendo a partir de la denominada "fuente de Lecina" (BG5478) donde una surgencia natural que con 57,6 hm^3 /año según CARNICER (1994) aporta las aguas que en adelante serán superficiales y permanentes hasta la desembocadura. Entre Lecina y Alquezar el cauce se estrecha y encajona considerablemente entre areniscas y conglomerados en los denominados "barrancos y oscuros", atractivo turístico de la zona. La desembocadura en el Cinca se produce 4 km aguas abajo de Barbastro en el paraje denominado "La Boquera" de interés ecológico por la conservación de un bosque en galería.

Río Cinca.- Nace en el valle de Pineta (alto Pirineo) con aguas vertidas desde la cara noreste de Monteperdido y por el valle glaciar de Marboré; a su paso por la comarca forma parte de su límite natural por el este; río caudaloso, regulado por varios embalses entre los que destacan Mediano y El Grado. A partir de éste último, el canal del Cinca que cruza de este a oeste la comarca con un caudal máximo de 90 m^3/seg (CARNICER, 1994), abastece los regadíos de la comarca y de comarcas más al sur.

A la altura de la localidad de El Grado el volumen de su caudal anual es de 1.735,79 hm^3 que supone 55,04 m^3/seg. Con un coeficiente de variación interanual elevado; dentro de la comarca recibe por su margen izquierda las aguas del río Esera con aportes de 900 hm^3 que regulados en el pantano de Barasona alimentan el canal de Aragón y Cataluña que abastece en el este de la comarca los regadíos de Estadilla (CARNICER, 1994).

III.I.1.2. El medio biótico

Según RIVAS-MARTINEZ (1987); MOLINA y PERTIÑEZ (1997), desde el nacimiento a la desembocadura del río Vero se suceden varias series de vegetación climatófila; la cabecera del río pertenece a la serie montana pirenaica y supramediterránea aragonesa de *Quercus rotundifolia (Helleboro foetidi-Querceto rotundifoliae)*; a la altura de Lecina la vegetación corresponde a la serie supra-mesomediterránea tarraconense, maestracense y aragonesa basófila de *Quercus faginea* (*Violo willkommii-Querceto fagineae*); en el último tramo la vegetación corresponde a la serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de *Quercus rotundifolia* (*Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae*), que se extiende por gran parte del centro y sur comarcal.

Biogeográficamente el norte de la comarca está incluido en la región supramediterránea con el quejigar como formación más importante y el centro y sur en la mesomediterránea con el carrascal como formación vegetal predominante (DEL MONTE, 1995).

Para caracterizar el medio biótico además de revisar la bibliografía existente, se ha recorrido exhaustivamente el terreno *de visu* y realizado inventarios vegetales en lugares adecuados que figuran en las tablas del anexo 2.

Según las observaciones realizadas para esta investigación, al norte aparecen manchas de quejigar casi puro *(Violo-Quercetum fagineae* Br.-Bl. & O. de Bolòs 1950) y/o mezclado con carrascal con boj (*Buxo-Quercetum rotundifoliae* (Vives), Gruber, 1974). En el centro y centro norte abunda el carrascal (*Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & O de Bolòs (1956)1957) más o menos aclarado con áreas de matorral de romero (*Rosmarino-Linetum suffruticosi* Br.-Bl. & O. de Bolòs 1957). Tanto en el centro como en el norte comarcal, entre la vegetación natural, abundan las islas de cultivo de almendro, olivo, vid y cereal en el centro y cereal y pastizales en el norte.

La progresión geográfica de norte a sur conduce de una vegetación montana a otra de matorral de retama y de albardinar que ocupa las lomas y tierras no aptas para el cultivo agrícola con restos de antiguos carrascales muy degradados, convertidos en gran parte en matorral de romero; una gran parte de los fondos de valle plano de la mitad sur están ocupados por nuevos regadíos donde domina una vegetación halófila con abundancia de *Salicornia* sp.; en el extremo sur en el albardinar, aparecen áreas muy degradadas con abundancia de *Salsola vermiculata* L y *Artemisia herba-alba* Asso.

En algunas vertientes norte y zonas frescas hay manchas de pino silvestre y pino laricio procedentes de repoblación en su mayor parte, aunque en las zonas más septentrionales de la comarca aparecen entre el quejigar, manchas *Pinus sylvestris* L no repoblado.

La comarca muestra heterogeneidad paisajística dentro de una cierta uniformidad en cada una de sus zonas norte, centro y sur. En la mitad norte la vegetación está compuesta por un mosaico de cultivos arbóreos y herbáceos en parcelas de pequeña y mediana extensión separadas por márgenes y formando islas entre la vegetación natural del carrascal o del quejigar más que menos aclarados; al sur de la N-

240 (figura III.I.2) la topografía del terreno permite una mayor superficie dedicada a cultivos en detrimento de la vegetación natural menos exuberante y formando islas entre terrenos cultivados, al contrario que en el norte comarcal.

La superficie comarcal supone el 8 % del total provincial, el 10,4 % de las tierras de cultivo y el 7,8 % del terreno forestal, siendo una comarca en que está muy equilibrado el uso de la tierra según ambas actividades antrópicas.

Un resumen general de la distribución de la superficie comarcal aparece reflejado en la tabla III.I.2. El 45,9 % de la superficie corresponde a tierras labradas, de las cuales el 27,9 % es de regadío localizado en la mitad sur; el 42,4 % corresponde a terreno forestal; de la superficie dedicada a terreno forestal, la mayor parte se sitúa en la mitad norte.

En cultivos dominan los herbáceos con el 74,7 % de las tierras labradas en el secano y el 95,7 % en regadío, suponiendo por tanto los leñosos un 25,3 % en secano (almendro, vid, olivo) y un 4,3 % en el regadío (frutal de pepita y hueso y viñedo).

El barbecho representa el 23,6 % de la superficie de herbáceos en el secano y el 9,8 % en el regadío (DIPUTACIÓN GENERAL DE ARAGÓN, 1994; 1997).

Tabla III.I.2. Cuadro resumen de la distribución general de la superficie del Somontano de Barbastro (incluye los municipios indicados en III.I.1.3.1). Fuente D.G.A. (1994; 1997).

	secano (has)	regadío (has)	total (has)
Tierras labradas	41.360	15.990	57.350
cultivos herbáceos	30.905	15.310	
cultivos leñosos	10.455	680	
Terreno forestal	52.843	100	52.943
Eriales y pastizales	8.870	-	8.870
Improductivos y otros	5.742	-	5.742
Total	108.815	16.090	124.905

III.I.1.3. El medio socioeconómico

III.I.1.3.1. La población

Según los criterios de comarcalización que se utilicen, varía entre 27 y 31 el número de municipios considerados integrantes de la comarca del Somontano (GOMEZ-BAHILLO, 1991).

Según CARNICER (1994) el Somontano de Barbastro está compuesto territorialmente por 27 municipios que ocupan una extensión de 1.015,2 km^2 y con una

población de 21.813 habitantes que supone una densidad de 21 habitantes/km^2, número que también aporta SALANOVA (1990).

El municipio de Barbastro constituye la cabecera comarcal con una población de 15.178 habitantes (censo de 1990) habiendo aumentado en las últimas décadas y disminuído en el resto de la comarca; recalculando por tanto la densidad poblacional para el resto de municipios resulta ser de 7 habitantes/km^2, claro indicador del despoblamiento geográfico, habiendo un importante número de pueblos abandonados. La distribución espacial de la población es muy desigual, en 25 de 31 municipios residía únicamente el 22,18 % de la población, no superando ninguno de ellos los 500 habitantes (GÓMEZ-BAHILLO, 1991).

Se han considerado definitivamente 32 municipios integrantes del área de estudio: Abiego, Abizanda, Adahuesca, Alquézar, Azara, Azlor, Barbastro, Barbuñales, Bárcabo, Berbegal, Bierge, Castejón del Puente, Castillazuelo, Colungo, Estada, Estadilla, Fonz, El Grado, Hoz-Costean, Ilche, Laluenga, Laperdiguera, Lascellas-Ponzano, Naval, Olvena, Peralta de Alcofea, Peraltilla, Pozán de Vero, Salas Altas, Salas Bajas, Santa María de Dulcis y Torres de Alcanadre, algunos de ellos con varios núcleos poblacionales, con un total de 63 núcleos poblacionales habitados.

III.I.1.3.2. La actividad antrópica

En la década de 1960 se produce un éxodo importante (GOMEZ-BAHILLO, 1991) quedando despoblados muchos núcleos rurales y abandonadas gran cantidad de parcelas localizadas en terrenos accidentados. En el secano se rotura lo que quedaba de suelo aceptable tanto de bosque como de matorral y se eliminan muchos olivares, dedicándolo a cereal y almendro; el regadío se dedica en principio a cereal de invierno y posteriormente a maíz y alfalfa.

La prohibición de roturaciones en las última décadas, ha mantenido en extensiones aceptables la conformación actual del paisaje de fondos de valle y llanos altos de toda la mitad norte comarcal que obedece a un mosaico de cultivos entre bosquetes de carrascal y/o quejigar; las laderas menos accesibles y de peor suelo han quedado de matorral. En la mitad sur, menos accidentada, se eliminó prácticamente el ecosistema autóctono, quedando en la actualidad islas de matorral y manchas de carrascal degradado, siendo aquí el paisaje fundamentalmente agrícola.

La puesta en riego de grandes áreas en la subcomarca sur, ha incrementado el uso de biocidas y de fertilizantes químicos; los nuevos sistemas de riego por aspersión fijo o sistemas "pivote" y el incremento en la potencia de la maquinaria contribuyó a la eliminación de pequeñas áreas de vegetación natural, márgenes y setos vegetales, formándose grandes extensiones uniformizadas de tierra en cultivo[8].

En el secano de la mitad norte han quedado abandonadas muchas parcelas por su reducido tamaño y dificultad de mecanización, normalmente parcelas abancaladas, que posteriormente han sufrido problemas de erosión; el matorral invade los terrenos y se inicia la instalación lenta del bosque autóctono a partir de áreas residuales; en los terrenos dedicados a cultivo se han abandonado las prácticas tradicionales con una

[8] Observación personal

fuerte intensificación en cuanto a mecanización y aplicación de agroquímicos. En la actualidad se está incrementando e intensificando el viñedo especialmente en el centro y centro sur comarcales y el cultivo del olivo se está recuperando, estando en ligera regresión el almendro por problemas climatológicos; la intensificación agraria no se ha frenado lo previstopor la política de la UE que prima la extensificación[9].

La ganadería que predominaba hasta época muy reciente era la ovina con sistema tradicional de manejo; en la actualidad están en auge el engorde de terneros y cerdos, con los problemas subsiguientes de gestión del estiércol líquido[10].

La masa forestal, antaño muy extensa (CARNICER, 1994), queda más o menos aclarada en el norte comarcal, ha dado lugar a grandes superficies abiertas con matorral; en muchos lugares de la mitad sur se ha perdido la capacidad de regeneración o se está iniciando muy lentamente a partir de pequeñas áreas aisladas.

El paisaje actual del Somontano muy antropizado está altamente diversificado como consecuencia de la actividad agraria tradicional; sin embargo las técnicas agrarias modernas al llevar a la práctica la uniformación de campos y parcelas, eliminando márgenes y ecotonos pueden poner en peligro tal diversificación.

Las principales obras de infraestructura impactantes en uno u otro sentido en el paisaje del Somontano son[11] (ver mapa en figura III.I.8):

- El acondicionamiento de las carreteras con mayores anchuras y eliminación de tramos dificultosos con desmontes y terraplenados importantes (variante de Barbastro, eje del Vero, variante del alto del Pino).
- El embalse de El Grado sobre el río Cinca que en el noreste comarcal inundó una gran área, introduciendo a su vez una gran red de canales y acequias para el riego de las tierras del centro y sur que cambiaron en muchos lugares la fisionomía del paisaje.
- La construcción del canal principal del Cinca se realizó por excavación (zanjas y túneles) con acumulación de estériles y construcción de acueductos; este canal atraviesa toda la comarca de este a oeste y hacia el sur, siendo en muchos tramos una barrera para determinada fauna.
- Líneas de alta tensión que atraviesan la comarca.
- La construcción del polígono industrial de Barbastro y la expansión urbana de la ciudad han eliminado tierras de cultivo tradicional y algunas "vales" cercanas.
- La extracción de áridos que genera movimientos de tierras importantes, existiendo en la actualidad varias plantas de tratamiento de áridos con extracciones en la cuenca del río Cinca y terrazas colindantes así como canteras a cielo abierto en el este comarcal, que destruyen la estructura del suelo y la vegetación típica; extracciones de sal se sitúan en el noreste (Naval) y en el sureste (Castejón del Puente).
- La concentración de ganaderías de vacuno y porcino de engorde que ha proliferado en los últimos años preferentemente en la subcomarca sur.

[9] Observación personal
[10] Observación personal
[11] Observación personal

- Con la mecanización agraria se roturaron incluso tierras no adecuadas para la agricultura, para dedicarlas a cultivo cerealista; la extensión de los viñedos en semiemparrado en el centro y de los regadíos con nuevas técnicas de riego en el sur, han modificado el paisaje a través de la eliminación de márgenes, setos vegetales y yermos, con aprovechamiento al máximo de las tierras con cambio de cultivos, disminución de barbechos y como consecuencia modificación de la flora.
- Plantaciones monoespecíficas de chopos en la ribera del Cinca y en muchas parcelas de regadío y las efectuadas entre los años 1950-1970 con coníferas (*Pinus nigra* Arnold y *Pinus halepensis* Mill. en el centro y *Pinus sylvestris* L. en el norte) éstas últimas en terrenos de carrascal y quejigar respectivamente.
- La presión turística que en la última década se ha desarrollado sobre todo en los descensos de barrancos de los ríos con el consiguiente impacto puntual en determinadas zonas del centro y norte, así como la instalación de campings.

En la mitad sur la intensificación de las técnicas agrarias sigue aumentando con puesta en riego de nuevas superficies y mejora de otras con eliminación de márgenes y lindes, roturaciones de antiguos campos de cultivo ya enyermados, instalación de grandes superficies continuas de monocultivo, tanto en secano como en regadío con cultivos herbáceos y viñedo principalmente. Por el contrario, en la mitad norte la actividad agrícola-ganadera-forestal y su presión actual sobre el medio se ha estacionado o incluso ha disminuido debido al descenso poblacional y a la escasa rentabilidad de los cultivos por lo abrupto del paisaje.

El paisaje actual en el Somontano es típico en "mosaico" o en "bocage" predominando en la mitad norte las teselas de vegetación natural con *Quercus ilex* subsp. *ballota, Quercus faginea* como especies arbóreas dominantes y las de cultivos en la mitad sur[12].

[12] Observación personal

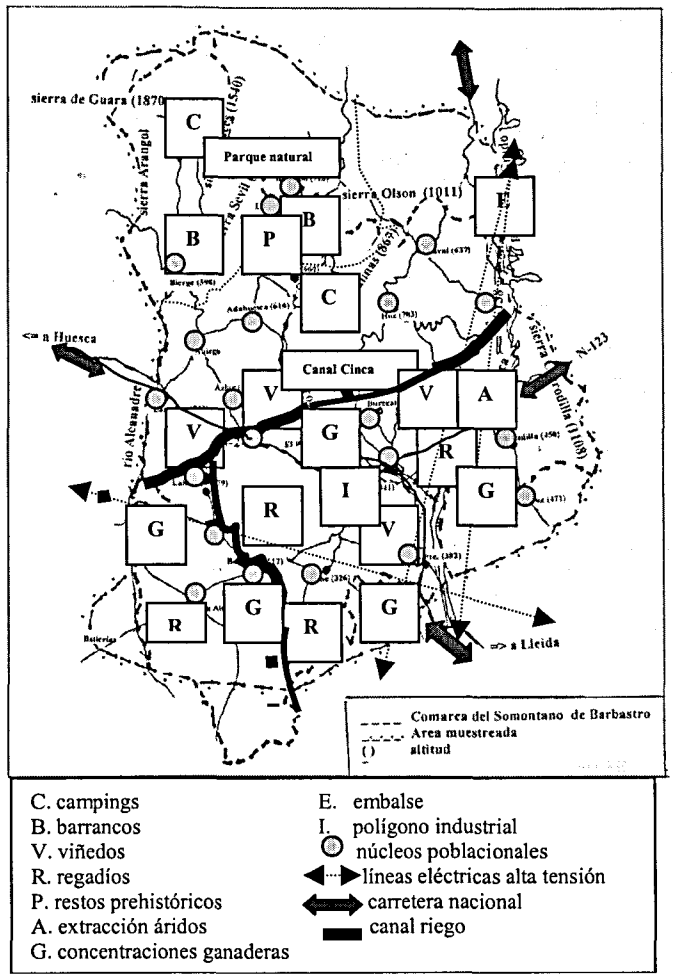


Figura III.I.8. Localización de las principales actuaciones antrópicas en el Somontano.

Como consecuencia de la influencia antrópica CARNICER (1994) señala la presencia en el Somontano de los siguientes paisajes actuales:

- Paisaje arbóreo constituido por carrascas, quejigos y pinos y localizado principalmente en el centro y mitad norte.
- Zonas desnudas de pastizal en las zonas montañosas más al norte.
- Matorral autóctono con ejemplares aislados de cierto porte arbóreo.
- Paisaje sin apenas cubierta vegetal en zonas de erosión y de aluvión al este y al norte.
- Paisaje antrópico de cultivos leñosos y cereal de secano en campos de pequeñas dimensiones, intercalados entre formaciones de matorral y bosque autóctono.
- Paisaje antrópico con cultivos leñosos y cereal de secano en campos de grandes dimensiones sin apenas bosque autóctono en el centro y centro sur.
- Paisaje antrópico de cultivos de regadío en el sur.

En esta investigación se sigue esta misma tipología paisajística como se describe más adelante.

III.I.2. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN ACTUAL

III.I.2.1. Grandes Dominios Vegetales

Se elige una caracterización ecológica que considera las características edafoclimáticas, por entender que tales son determinantes en el asentamiento de los distintos dominios vegetales en este caso *Quercetum rotundifoliae* Br.-Bl. & O. de Bolòs (1956) 1957 y *Violo-Quercetum fagineae* Br.-Bl. & O. de Bolòs 1950 y sus respectivas asociaciones arbustivas.

Tras el estudio de la cartografía y la observación sobre el terreno, se determinaron los lugares donde se han realizado una serie de inventarios fitocenológicos[13] (ver en anexo 2 tablas 1 a 6) y que han permitido la caracterización desde el punto de vista fitosociológico de los principales paisajes de los dominios de la comarca: carrascal, carrascal con boj, quejigar y matorral mediterráneo. La localización de estos inventarios aparece en la figura III.II.1 de Metodología. Para la clasificación e inventario de las especies vegetales se sigue a CONESA (1995;1997); GARCIA-ROLLAN (1981); MONTSERRAT i MARTI (1986); BOLÒS *et al.* (1993); VILLARIAS (1986).

Tras la observación minuciosa de la vegetación actual y los datos de los inventarios, se concluye que fitosociológicamente la vegetación de la comarca estudiada corresponde a la clase *Quercetea ilicis* Br.-Bl. 1936 de bosques perennifolios esclerófilos con diferentes asociaciones según las siguientes áreas (figura III.I.9):

III.I.2.1.1.- Tercio norte de la comarca. Al norte de la horizontal 70 (división UTM, en figuras III.I.2 y III.I.9) incluyendo los términos municipales de Bierge, Bárcabo, Colungo, Alquézar, Adahuesca, El Grado, Naval y mitad septentrional de Hoz. Suelos ricos en bases, más o menos arcillosos y en ocasiones profundos en fondos de valle y permeables y escasos en lomas y colinas; con áreas de ombroclima húmedo, precipitaciones anuales > 600 mm/m^2 y alturas superiores a 500 m (nmm). Se distinguen dos asociaciones vegetales:

Violo-Quercetum fagineae Br.-Bl. & O. de Bolòs 1950 **(quejigar seco)**.- Corresponden los inventarios de la tabla 1 en el anexo 2. Está repartida por todo el tercio norte ocupando principalmente los fondos de valle y medias laderas donde se producen con frecuencia inversión térmica y nieblas en invierno; conviven las especies *Quercus faginea* Lam. y *Quercus cerrioides* Wilk. & Costa, predominando ésta última en los lugares más al norte y umbríos y *faginea* en los más meridionales y laderas más áridas. Es la asociación que presenta mayor riqueza en especies vegetales (tabla III.I.3) con el 62% del total de las inventariadas en la comarca.

En algunos quejigares del norte, a más de 800 m de altitud, crecen *Pinus sylvestris* L. y *Echinospartum horridum* (Vahl) Rothm., transición a la asociación *Echinospartum horridi-Pinnetum sylvestris* Rivas-Mart. 1987 de pino albar y erizón abundante hacia el oeste en la sierra de Guara.

[13] Por motivos de una mayor agilidad en la lectura de esta parte del documento, se ha optado por agrupar los inventarios vegetales en el anexo 2.

Buxo-Quercetum rotundifoliae (Vives) Gruber, 1974 **(carrascal con boj).-** Corresponden los inventarios de la tabla 2 en el anexo 2. Presente por todo el tercio norte de la comarca (figura III.I.9) dentro del dominio climácico del quejigar seco, ocupa las zonas altas de las lomas y las laderas menos húmedas, con buen drenaje y suelos erosionados, arenosos y escasos y ausencia de nieblas. Su riqueza en especies es menor que en el quejigar y semejante a la del carrascal seco pero con alguna variación cualitativa, caracterizada principalmente por la presencia de *Buxus sempervirens* L.

III.I.2.1.2.Tercio central

Entre las horizontales 70 y 50 (divisiones UTM, figura III.I.2). Pluviometría media anual 400-600 mm/m^2 y alturas comprendidas entre 350 y 600 m (nmm). Predomina la asociación ***Quercetum rotundifoliae*** Br.-Bl. & O. de Bolòs 1956 (1957) de manera generalizada, con tres variantes de sustrato (figura III.I.9):

Sustrato margoso.- zona oeste; suelos escasos, pedregosos, conglomerados con presencia de gravas, arcillas y algún elemento calizo. A ella corresponden los inventarios de la tabla 3 en anexo 2.

Sustrato arenisco.- zona este; conglomerados de gravas y areniscas. Suelos algo más profundos pero con escasa retención de agua. Corresponden los inventarios 1, 2, 3 y 4 de la tabla 4 en anexo 2, si bien los 1 y 2 están en el límite de los yesos.

Sustrato yesoso.- Ocupa la zona sur del tercio central, más amplia hacia el este. Suelo muy escaso y árido. Corresponden los inventarios 5 y 6 de la tabla 4 en anexo 2.

Aparecen pequeños reductos de carrascal con boj e incluso quejigar de *Q. faginea* Lam., principalmente en los barrancos y cursos de los ríos, llegando por el del Vero hasta el sur de Barbastro, tratándose siempre de pequeñas superficies. La riqueza en especies vegetales es semejante en los tres tipos de sustrato considerados, sin embargo el sustrato yesoso es caracterizado por las especies *Gypsophila struthium* subsp. *hispanica* (Wilk.) y *Ononis tridentata* L. de manera generalizada.

III.I.2.1.3. Tercio Sur

Al sur de la horizontal 55 (división UTM, figura III.I.2). Pluviometría anual inferior a 450 mm/m^2 y alturas inferiores a 450 m (nmm). Predominan los cultivos agrícolas quedando restos de antiguos carrascales en las lomas y tierras poco aptas para los cultivos por su escaso suelo. A medida que se avanza hacia el sur la degradación del carrascal se acentúa y las condiciones de aridez aumentan hasta que lindando con la comarca de Monegros desaparece la carrasca quedando un matorral de retamas y espartos (figura III.I.9).

Quercetum rotundifoliae Br.-Bl.&O. de Bolòs (1956) 1957 **(carrascal seco)**. Hacia el sur hasta la horizontal 45 (división UTM). Se trata de retazos muy degradados del carrascal seco, en realidad es una zona de transición hacia la comarca de Monegros con dominio del matorral (inventarios en tabla 5 del anexo 2).

Lygeo-Stipetum lagascae **(albardinares)** (inventarios en tabla 6 del anexo 2) correspondiendo a formaciones secundarias de la maquia. Es consecuencia de la degradación del carrascal típico y posteriormente del matorral de romero y en transición al coscojar típico *Rhamno-Quercetum cocciferae* Br.-Bl.&O. de Bolòs (1954) 1957. La vegetación muestra una clara influencia antrópica, de manera que el sobrepastoreo empobrece los lastonares y albardinares, de esta forma aparecen áreas degradadas con matorral de *Camphorosma monspeliaca* L. y *Artemisia herba-alba* Asso. Es la asociación más pobre en número de especies vegetales (tabla III.I.3).

La distribución señalada en todos los inventarios del anexo 2 está en concordancia con la indicada de forma general para la provincia de Huesca por CONESA (1995)

Tabla III.I.3. Resumen de la riqueza total en especies vegetales según las asociaciones vegetales (dominios quejigar y carrascal), a partir de los inventarios realizados que figuran en las tablas 1 a 6 del anexo 2. Localización de los inventarios en figura III.II.1 (Metodología).

Asociación	número de especies vegetales		
	bosque denso	claros de bosque	total
Todas			170
Quejigar (*Violo-Quercetum fagineae*)	52	79	105
Carrascal con boj (*Buxo-Quercetum rotundifoliae*)	28	50	62
Carrascal (*Quercetum rotundifoliae*)			
Centro comarca.- sustrato margoso	42	54	66
sustrato arenoso y yesoso	-	69	69
Sur comarca	-	60	60
Albardinal	-	-	37

La tabla III.I.3 refleja una mayor riqueza florística en el quejigar que en el carrascal y dentro de ambos, mayor en el bosque aclarado que en el de cobertura arbórea densa. Con los inventarios a los que se refiere esta tabla no se ha pretendido averiguar la riqueza total en especies vegetales de toda la comarca; el objetivo ha sido ayudar a mejorar la caracterización fitosociológica las distintas zonas comarcales y los principales dominios vegetales; no se incluyen por tanto las especies de ribera ni las propias de zonas de cultivo, éstas se especifican en otra tabla.

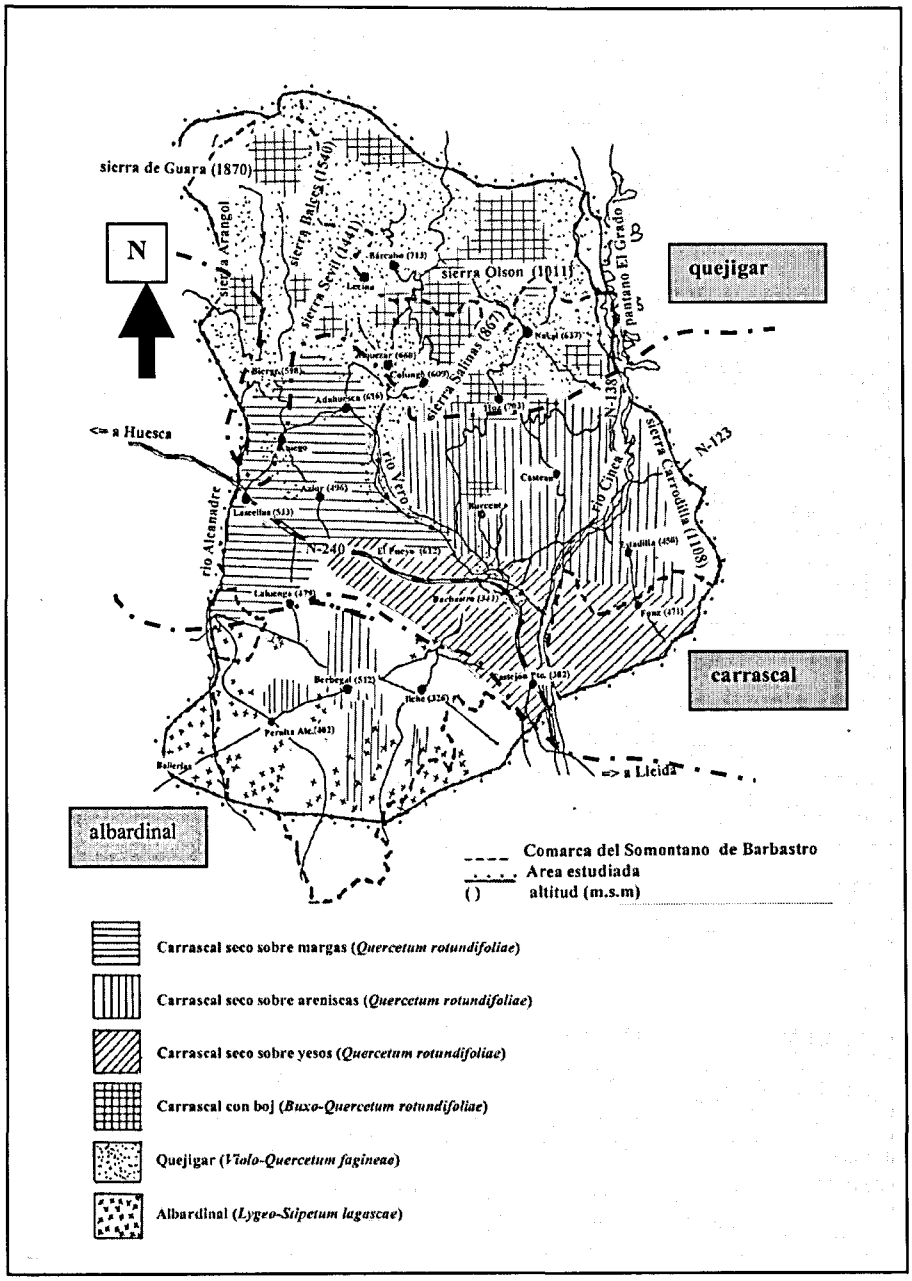


Figura III.I.9. Ubicación de los grandes dominios vegetales en el Somontano de Barbastro. Fuente: elaboración propia.

III.I.2.2. Caracterización del Agrosistema[14]

La comarca es predominantemente agrícola con dedicación a los cultivos de cereal, almendro, vid y olivo, con una importante superficie dedicada a regadío por el canal del Cinca (tabla III.I.2).

Se definen dos subcomarcas agrarias[15] tanto por su situación geográfica como por el uso y la gestión:

- **Subcomarca norte**

Situada al norte de la horizontal 65 (división UTM en figura III.I.2) en los dominios del carrascal con boj y quejigar; agricultura tradicional con cultivos de secano, ha sufrido en las últimas décadas fuerte despoblamiento, paralizado en los últimos años, a la vez que se ha incrementado el turismo.

La agricultura alterna con la ganadería ovina y presenta una estructura tradicional típica de montaña media[16] con alto grado de parcelación; los cultivos se localizan en las laderas y fondos de valle, sobre terrenos procedentes de roturaciones del carrascal y/o quejigar; el grado de tecnificación es bajo o medio en cuanto a mecanización, fertilización y utilización de semillas y agroquímicos en los cereales, cultivo que predomina junto con los pastizales para el ganado; los cultivos arbóreos más importantes son almendro, olivo y vid con gestión agraria medio-baja en los dos primeros y medio-alta en el tercero, conformando en total un paisaje en mosaico como islas cultivadas entre el carrascal o el quejigar.

Son numerosas las parcelas que hoy aparecen abandonadas e incultas, debido a su falta de rentabilidad por las dificultades de mecanización, pequeñas superficies y morfología abrupta del terreno.

La alternativa de cultivos anuales más frecuente es cebada-barbecho con un 35 % de agricultores que introducen cultivos forrajeros para alimento del ganado; la explotación tipo[17] es la siguiente:

superficie media/explotación	46,56 has
número de parcelas	29,8
superficie por parcela	1,56 has
superficie cebada	23,29 has (50 %)
superficie forrajeras	9,98 has (21,4 %)
barbechos y retiradas	12,35 has (26,5 %)
otros cultivos	0,94 has (2 %)

[14] Denominamos agrosistema al considerar los paisajes agrarios en sí y compararlos unos con otros, reservando el apelativo de agroecosistema para referirnos al conjunto de paisajes donde están representados el natural y el agrario: la realidad comarcal es que gran parte del dominio del carrascal en el centro es un agroecosistema, sin embargo en el sur domina el agrosistema (campos de cultivo).

[15] Conclusión personal del autor.

[16] Localización geográfica 500-800 m, áreas muy parceladas, explotaciones agroganaderas.

[17] Datos medios de un muestreo de 20 explotaciones al azar.

El 95 % de las explotaciones poseen cultivos arbóreos (almendro, vid y olivo), no considerados, por tratarse normalmente de cultivos asociados o establecidos en las márgenes.

- **Sucomarca sur**

Al sur de la horizontal 65 (división UTM en figura III.I.2) abundan los cultivos de regadío; la población está más asentada y menos envejecida que en la subcomarca norte.

Aparte de los pequeños regadíos de autoconsumo localizados en la vega del río Vero, se distinguen dos tipos de regadíos.

- Regadíos de principios de 1900, muy parcelado, que se abastece con aguas del río Esera a través del canal de Aragón y Cataluña y que se localiza al este en los términos de Estada y Estadilla.

- Regadíos que ocupan la mayor parte de la subcomarca e iniciados en los años 1960 con aguas del Cinca a través del canal del mismo nombre; se trata de regadíos extensivos con riego por inundación en parcelas medias a grandes y que últimamente se están intensificando y reconvirtiendo con instalaciones de riegos por aspersión en cobertura total enterrada o por sistemas pivote. En áreas del sur hay problemas de salinización de suelo.

Son explotaciones en general sin ganadería ligada a la tierra; el 50% de ellas dedican superficie al cultivo de alfalfa para venta por contrato para deshidratación, siendo muy importante el cultivo de maíz.

La alternativa de cultivos y la explotación tipo se ha obtenido de los datos de un muestreo realizado al azar a 20 explotaciones; no se consideran los arbóreos ya que suponen escaso porcentaje de la explotación tipo, sin embargo hay explotaciones dedicadas al cultivo del viñedo, manzano y peral en regadío.

superficie/explotación	62,48 has
número de parcelas/explotación[18]	66,75
superficie por parcela	0,93 has
superficie de secano	26,27 has (42,04 %)
cereal	13,20 has (50,2 %)
barbecho	10,04 has (38,2 %)
pastizal	3,03 has (11,5 %)
superficie de regadío	36,21 has (57,9 %)
cebada	11,13 has (30,7 %)
maíz	7,97 has (22,1 %)
girasol	4,37 has (12,1 %)
alfalfa	6,19 has (17,2 %)
otros	3,44 has (9,5 %)
retiradas de cultivo[19]	3,11 has (8,6 %)

[18] Procedente de datros catastrales.
[19] Superficie declarada en la PAC como retirada del cultivo durante una campaña.

El maíz y la alfalfa se van incrementando en detrimento del girasol y la cebada. Las grandes parcelas de regadío en las que se eliminan las márgenes se dedican a maíz y/o alfalfa y últimamente se están incrementando las dedicadas al cultivo de viñedo emparrado.

La alta parcelación indicada procede de datos catastrales que no se corresponden a la realidad ya que en muchos casos se han eliminado márgenes apareciendo las parcelas unidas en continuidad.

El agrosistema se encuadra dentro del dominio de *Quercetum rotundifoliae* (preferentemente del sur comarcal). Se consideran por separado el secano y el regadío y dentro de cada uno los pluricultivos de los monocultivos tanto herbáceos como arbóreos; para su caracterización se han realizado muestreos cualitativos de las especies vegetales espontáneas que aparecen en sus márgenes (refugio de la flora) y que se muestran en la tabla 7 del anexo 2.

III.I.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS PAISAJES MUESTREADOS

Se adopta el concepto de paisaje en el sentido de formación vegetal, como la agrupación de plantas con una fisionomía determinada y sometida a determinadas condiciones ambientales y manejo antrópico, coincidiendo en líneas generales con el concepto de Fenosistema de GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ (1981) y con la acepción que utilizan VIEJO y TEMPLADO (1986); YELA (1992) y HUGUET DE VILLAR en YELA (1992), quien entiende por formación vegetal la "cohabitación de vegetales, individualizada por la forma biológica dominante".

Partiendo del estudio *in situ* de la zona y tras la caracterización de la vegetación actual (apartado III.I.2), se han considerado los siguientes amplios entornos:

- Bosque mesoxerófilo que incluye quejigar y carrascal con boj de las áreas frescas y fondos de valle de la mitad norte comarcal.

- Bosque esclerófilo-mesoxerófilo que agrupa los carrascales secos del norte, centro y sur comarcales, con sus orlas y etapas seriales, ocupando la mayor parte de la comarca.

- Agroecosistema que incluye campos de cultivo tradicional en mosaico entre la vegetación natural que domina en su entorno.

- Agrosistema formado por los cultivos con gestión agraria intensiva en cuyo entorno se ha eliminado prácticamente la vegetación natural.

A partir de la división anterior se han seleccionado para muestrear los siguientes paisajes tanto en quejigar como en carrascal (ver organigrama en figura III.I.10):

A. BOSQUE

Vegetación dominante la arbórea: comunidades forestales arbóreas de *Quercus* sp. con sotobosque propio del dominio correspondiente. Restringido a superficies aisladas, localizadas en el centro y norte comarcal; corresponde a restos del antiguo bosque (carrascal en el centro y norte y quejigar en el norte).

Se caracteriza por un buen estrato arbóreo con una cobertura de copas superior al 75% del terreno; estratos arbustivo y herbáceo poco diversos[20].

Estrato arbóreo	muy importante	*Quercus* sp.
Estrato arbustivo		domina *Rhamnus* sp., *Juniperus* sp y *Buxus sempervirens* L. éste último en carrascal con boj y quejigar
Estrato herbáceo		domina *Rubia peregrina* y *Brachypodium* sp.

[20] Ver en anexo 2 inventarios 1, 3 de la tabla 1 para quejigar, inventario 1 de la tabla 2 para carrascal con boj, inventarios 1,3,5 de la tabla 3 para carrascal

El sombreado del suelo es superior al 75 % de forma regular o en claros en cuyo caso la dimensión máxima de éstos no debe superar los 10 m. La intervención antrópica actual es muy escasa o nula.

B. BOSQUE CLARO O ACLARADO

Formaciones arbóreo-arbustivas resultantes del aclareo del bosque generalmente por acción antrópica; paisaje muy variable en cuanto a la densidad arbórea, se ha considerado como tal aquel en el que la superficie de copas ocupa entre el 20 y el 75 % de recubrimiento, con los árboles diseminados o en el caso de tratarse de claros de bosque, siempre que su dimensión mayor no excediera de 50 m; en los claros del bosque se establecen asociaciones arbustivas[21].

Estrato arbóreo	importante	*Quercus* sp.; *Juniperus oxycedrus* L.
Estrato arbustivo	importante	*Quercus* sp.; *Juniperus* sp.; *Rhamnus* sp.; *Genista scorpius* L.; *Buxus sempervirens* L. (carrascal con boj y quejigar); *Arctostaphilos uva-ursi* L. (carrascal con boj); *Thymus vulgaris* L.; *Bupleurum* sp.
Estrato herbáceo		dominan *Brachypodium* sp. y gramíneas diversas.

La intervención antrópica se reduce a pequeñas cortas de aclareo o de poda de ramas para autoconsumo de leña del propietario con autorización administrativa.

C. MATORRAL

Ocupa gran parte del piedemonte de las vertientes meridionales de las sierras y de la mitad sur comarcal. Comunidades vegetales muy abiertas procedentes de antiguos carrascales o quejigares muy aclarados o eliminados con ejemplares aislados de *Quercus* sp. en la actualidad en fase preclimácica en recuperación lenta [22].

El suelo pobre en las pendientes, permite el crecimiento de arbustos muchos de ellos espinosos y de plantas propias de regiones continentales áridas con abundancia de gramíneas; sobre estas áreas la agricultura ejerce presión con cultivos como el almendro, olivo, cereal; cuando están sin cultivar conservan su aspecto característico siendo impedido el emboscamiento por las condiciones climáticas extremadas, llegando como consecuencia a un matorral más o menos ralo según las características edafológicas, más rico en el dominio del quejigar y más escaso en el carrascal por sus condiciones climáticas más áridas.

Se incluyen en la asociación *Rosmarino-Lithospermetum* Br-Bl., 1924 dentro del orden *Ononido-Rosmarinetea* Br.-Bl., 1947 (MONTSERRAT i MARTI, 1986).

[21] Ver en anexo 2, inventarios vegetales 2,4,5 de la tabla 1; 2,3 de la tabla 2; 2,4 de la tabla 3; 2,3,4,5,6 de la tabla 4.

[22] A ello han contribuido las prohibiciones de efectuar roturaciones y el descenso del pastoreo.

Se ha considerado como matorral aquel paisaje que mantiene menos de un 20 % de su superficie cubierta por arbolado, siempre que éste no forme masa continua sino que se presente en árboles diseminados entre la vegetación arbustiva. No se trata de una formación uniforme, sino que la población de especies vegetales y su cobertura va en relación con las características edafoclimáticas y geomorfológicas, encontrando desde zonas muy claras con porciones de suelo desnudo a otras casi impenetrables; en general los matorrales del sur son más ralos[23].

En cunetas y márgenes de caminos domina la vegetación de *Brachypodietum phoenicoides* Br.-Bl., 1924 y los suelos secos y poco profundos de las lomas albergan comunidades de la alianza *Thero-Brachypodion* Br.-Bl., 1925 (MONTSERRAT i MARTI, 1986).

Estrato arbóreo	escaso	*Quercus* sp; *Pinus* sp; *Juniperus* sp.
Estrato arbustivo	muy importante	*Genista scorpius* L.; *Juniperus oxycedrus* L., *Quercus* sp.; *Rosmarinus officinalis; Rhamnus* sp.; *Thymus vulgaris* L.; *Retama sphaerocarpa* (L.)Boiss..
Estrato herbáceo	escaso	*Brachypodium* sp; *Lygeum* sp.; *Teucrium* sp., en claros del matorral y lindes de caminos.

La intervención humana se reduce al pastoreo extensivo en algunos lugares, en el resto es nula.

D. CAMPOS DE CULTIVO ABANDONADOS

Localizados principalmente en la mitad septentrional de la comarca y generalizados en aquellos lugares de terreno accidentado sobre parcelas abancaladas de pequeñas dimensiones en las que en la actualidad su cultivo no resulta rentable económicamente; su abandono definitivo se produjo en los años 1960 y en la actualidad se encuentran invadidos por un matorral en fase preclimácica más o menos avanzada hacia el quejigar o carrascal según su localización. Es frecuente encontrar tanto campos dedicados en su día a cultivos herbáceos como a olivar y almendro.

Estrato arbóreo		variable: nulo ó almendro y olivo
Estrato arbustivo	abundante	*Juniperus* sp.; *Buxus* sp; *Crataegus* sp.; *Rubus* sp.; *Rosa* sp.; *Quercus* sp.; *Malus* sp.; *Genista* sp.; *Rosmarinus* sp.; *Thymus* sp.; etc.
Estrato herbáceo	abundante	*Coronilla* sp.; *Arrhenaterum* sp.; *Avenula* sp.; *Dactylis* sp.; *Koeleria* sp.; *Brachypodium* sp.; etc.

[23] Ver en anexo 2 inventarios vegetales 1 de la tabla 4; 1,3 de la tabla 5; 1,2 de la tabla 6.

Paisaje en fase previa al matorral o al bosque aclarado y en el que abundan el estrato arbustivo y el herbáceo. Su interés radica en la posibilidad de estudiar la evolución de las poblaciones en este caso de lepidópteros como eslabón en la sucesión entre los cultivos, el matorral y el bosque aclarado.

La intervención antrópica es nula o en algún caso reducida a un pastoreo muy extensivo con ganado ovino; en la actualidad se están recuperando algunos antiguos campos de cultivo abandonados para declararlos en las ayudas a superficies herbáceas (PAC) como retiradas de cultivo.

Se trata de áreas abancaladas que han impedido en gran parte la erosión, con características edáficas buenas, mejores en el dominio del carrascal.

E. ISLAS DE CULTIVO ENTRE LA VEGETACIÓN AUTÓCTONA

Campos de cultivo localizados entre áreas más extensas de matorral, bosque o bosque aclarado sean de carrascal o quejigar. Parcelas de dimensiones reducidas, en general inferiores a 0,5 has, con numerosas márgenes en ocasiones de anchura superior a 2 m; las características edáficas son mejores en los situados en el carrascal.

Domina la vegetación natural; sistema tradicional de cultivo con una gestión agraria escasa o de intensidad media, con bajas aportaciones de agroquímicos; predominan los cultivos de cereal, praderas y pastizales, almendro, viñedo y olivo, bien independientes o asociados; se trata siempre de cultivos en secano y se localizan en el centro y norte comarcal[24].

En estos momentos se diferencian **islas de pluricultivo** con uno o varios cultivos cuya característica principal es una alta parcelación y una gestión agraria moderada e **islas de monocultivo** en las que se ha ido arrancando el arbolado y eliminando todas aquellas márgenes que permitían las características del terreno, haciéndose parcelas grandes con pendientes a veces pronunciadas, sujetas a erosión y dedicándolas mayoritariamente a monocultivo de cereal, poco parceladas y con gestión agraria más intensa que en los pluricultivos.

[24] Ver en anexo 2 inventarios vegetales 1 y 2 de la tabla 7.

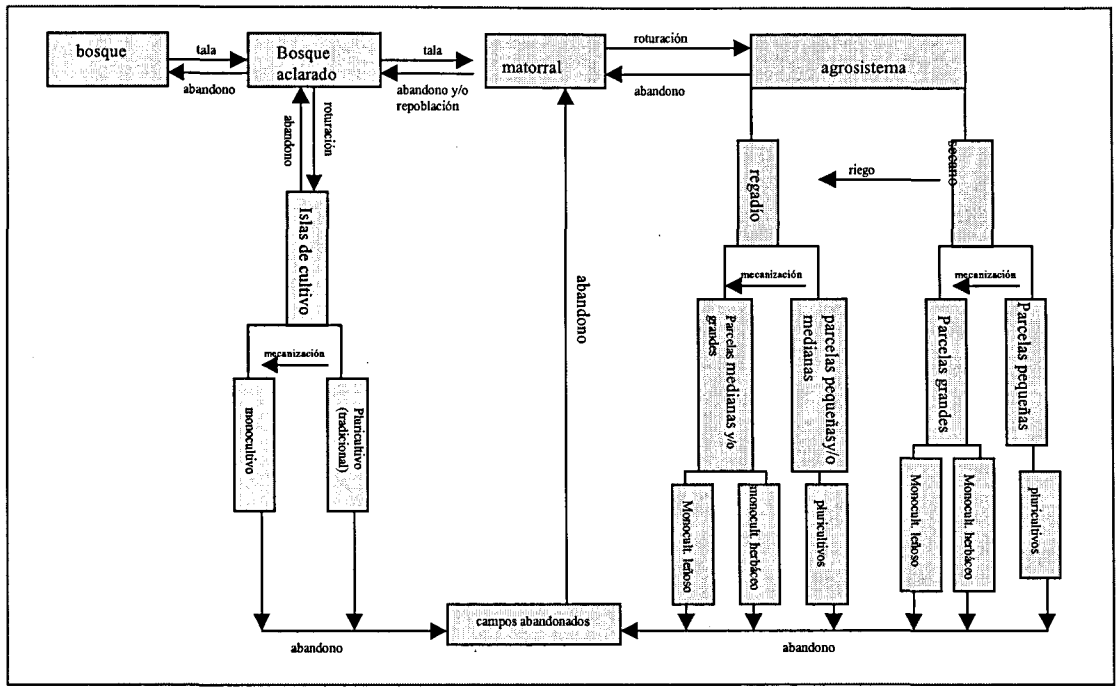


Figura III.I.10. Organigrama sucesional de los distintos paisajes considerados en el dominio del carrascal y del quejigar. La mecanización implica eliminación de márgenes y disminución del índice de parcelación.

F. ENTORNO DE LOS PAISAJES DE CULTIVO CON GESTIÓN AGRARIA INTENSIVA (Agrosistema) (organigrama en figura III.I.11)

En amplias áreas de la comarca preferentemente en la mitad meridional, en las zonas de suelo más profundo y de características más adecuadas a los cultivos, se eliminó la vegetación natural y se dedicaron las tierras a los cultivos agrícolas.

Dominan los cultivos de cereal (cebada), almendro, olivo y viñedo siendo la gestión agraria media o alta en cuanto a la intensidad de aplicación de agroquímicos y con numerosas variantes; en algunos lugares quedan pequeñas áreas de vegetación natural en islas o bosquetes, en márgenes o terrenos muy pobres no aptos para su cultivo.

F.1. ÁREAS DE PLURICULTIVO

Nos referimos a zonas multiparceladas con abundante presencia de márgenes, caminos, acequias en el regadío, parcelas con barbecho en el secano, etc., que sirven de refugio a la flora y a la fauna. Normalmente son varios los cultivos que alternan en estas parcelas, incluso herbáceos y leñosos, pero puede darse el caso de un solo cultivo, siempre que se conserve su característica principal que es la alta parcelación[25].

La gestión agraria en aplicación de agroquímicos y herbicidas es media o alta en secano y alta o muy alta en regadío.

[25] Ver en anexo 2 inventarios vegetales 3 y 6 de la tabla 7.

Cultivos más importantes:

	herbáceos	arbóreos
secano	trigo	almendro
	cebada	olivo
	esparceta	viñedo
regadío	maíz	frutal pepita
	girasol	viñedo
	alfalfa	olivo (plantaciones jóvenes)

Se considera pluricultivo el paisaje compuesto de parcelas[26] menores de 2 has cuando hay diversidad de cultivos o de 1 ha cuando se trata de un solo cultivo.

F.2. ÁREAS DE MONOCULTIVO

En el centro y sobre todo en el sur comarcal, donde la suavización de la topografía lo permite, han sido eliminadas las márgenes, constituyéndose grandes parcelas dedicadas a monocultivo, quedando como únicas zonas para la vegetación las muy escasas márgenes o bordes de caminos que en general están aprovechados al máximo para el cultivo; su característica es la concentración de fincas (muy baja parcelación)[27].

Se considera este tipo de paisaje cuando las parcelas superan las 10 ha sin márgenes en cultivos herbáceos o las 3 ha en cultivo arbóreo; en cultivos herbáceos tanto de secano como de regadío en estos últimos con sistemas de riego por aspersión fijo o sistema Pivote llegan a establecerse parcelas de más de 25 ha sin ninguna margen.

Gestión agraria: laboreo intenso y generalizada aplicación de agroquímicos y herbicidas. Parcelación: baja o muy baja. Se consideran por separado secano y regadío así como cultivos herbáceos de arbóreos (dentro de éstos se incluye el viñedo).

Cultivos dominantes

	herbáceos	arbóreos
secano	cebada	almendro
	barbecho	olivo
regadío	maíz	frutal pepita
	alfalfa	viñedo

En los cultivos arbóreos las parcelas no llegan a ser tan grandes como en el caso de los herbáceos. En el secano los cultivos arbóreos están sobre suelo laboreado y

[26] Terreno cultivado entre márgenes.
[27] Ver en anexo 2 inventarios vegetales 4,5,7,8 de la tabla 7.

formados en vaso[28] con una cobertura del terreno superior al 50% (almendro y olivo); en el regadío se han elegido los cultivos arbóreos con gestión intensiva, sobre suelo con hierba cortada periódicamente y herbicida bajo la línea de árboles formados en palmeta[29], con una cobertura del terreno inferior al 25 % (frutal de pepita y viñedo).

En cultivos herbáceos de secano se practica el barbecho en el 10 % de la superficie que se mantiene sin labrar hasta abril-mayo; tras el cultivo, se levanta el rastrojo en septiembre-octubre si va a dejarse para barbecho o en julio-agosto si va a volver a cultivarse. En regadío tras la cosecha de maíz en noviembre-diciembre queda el rastrojo que es labrado en marzo-abril para volver a sembrar.

En los últimos años se está incrementando la intensificación del cultivo del viñedo sustituyendo a cultivos tradicionales de olivo y almendro, tanto en intensificación de las técnicas de cultivo incluido el riego como en ocupación extensiva del espacio con eliminación de márgenes, yermos y vegetación natural.

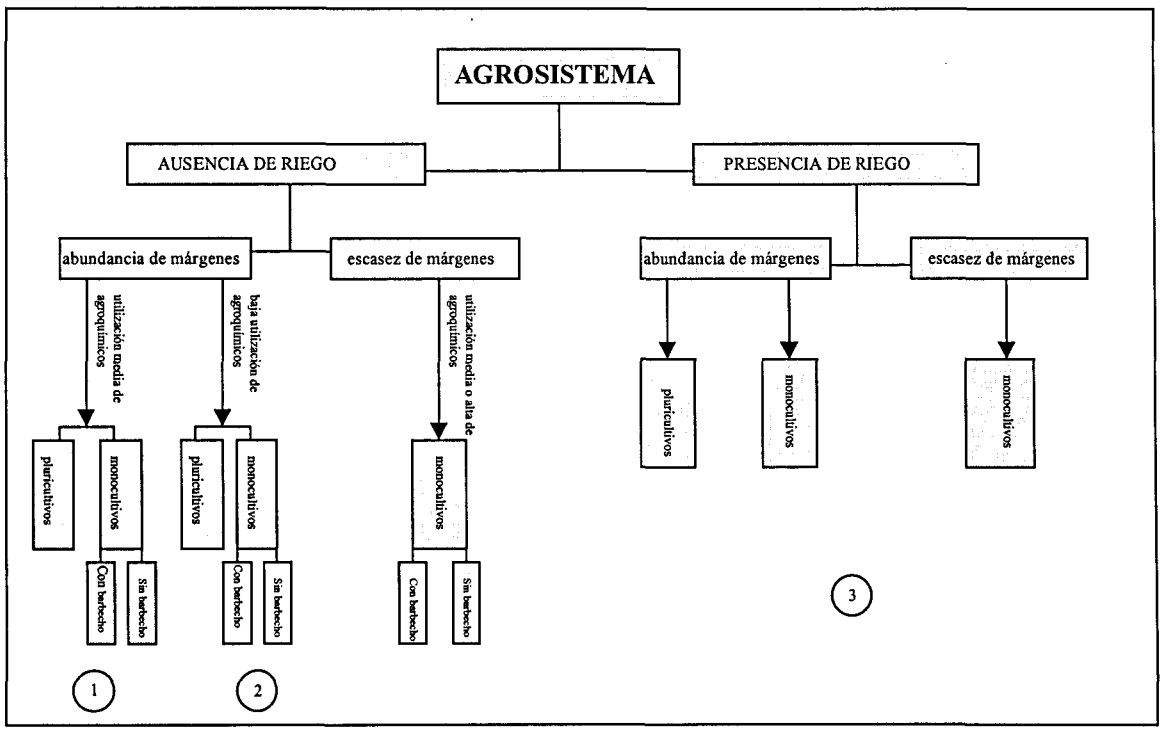


Figura III.I.11. Organigrama de los distintos paisajes del agrosistema.

1.- paisajes ligados a cultivos intensivos de secano con islas de vegetación natural
2.- paisajes ligados a islas de cultivo tradicional
3.- paisajes de cultivo intensivo sin vegetación natural

[28] Sistema de poda que forma el árbol sobre tronco en formación esférica

[29] Sistema de poda que forma el árbol en formación plana a partir de un eje central. Se utiliza principalmente en manzano, peral y viñedo.

Tabla III.I.4. Sinopsis de las formaciones vegetales y localidades muestreadas.

Dominio	Repetición (estación muestreo)	Localidad	Ubicación	Características		
			coordenadas UTM	altitud (nmm)	suelo	vegetación ver anexo 2
quejigar	1 Q	Almazorre-Lecina-Colungo	BG5080,5580,5570	650-700	calizo	Tablas 1 y 2
	2 Q	Naval-Hoz-ElGrado	BG6075,6575,6570, 6070	600-650	calizo	Tablas 1 y 2
	3 Q	Eripol-Lamata-Samitier	BG6585,6085, 7085,	600-750	calizo	Tablas 1 y 2
carrascal	1 C	Lascellas-Laluenga-Berbegal	YM4060, 4555, 4055 BG5055, 5050	450-500	terrazas, margas	Tablas 3 y 4
	2 C	Adahuesca-Abiego-Azlor-Peraltilla	YM4565,4065, BG5055, 5550	500-600	areniscas, margas	Tablas 3 y 4
	3 C	Costean-Barbastro	BG5555, 6560, 5550, BG6065, 6555	350-400	areniscas, margas	Tablas 3 y 4
agrosistema	1 Ag	Laluenga-Laperdiguera-Peralta	YM4060,4050, 4055, 4040, BG5050, 5045	400-500	terraza, margas	Tablas 5, 6 y 7
	2 Ag	Costean-Barbastro-Ilche	BG5555, 6060, 5550, 6050, 6555	350-400	margas, areniscas	Tablas 5, 6 y 7
	3 Ag	Estadilla-Fonz-Castejón	BG6560, 7055, 7050, 6555, 6045	400-500	areniscas, margas, calizas	Tablas 5, 6 y 7

III.I.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CLASIFICACIÓN DE LOS RHOPALOCERA (Insecta:Lepidoptera)

La separación entre ropalóceros (diurnos) y heteróceros (nocturnos) se establece por comodidad y a través de criterios meramente funcionales; una forma rápida de separación entre ambas es considerar la forma de las antenas; la superfamilia Hesperioidea o Gripocera (aquí estudiada) está encuadrada sistemáticamente como intermedia entre ambas, pero por comodidad se incluye entre los ropalóceros.

Existen clasificadas unas 20.000 especies de ropalóceros[30], la mayoría de distribución intertropical, contabilizándose en Europa unas 380 especies y alrededor de 240 en la Península Ibérica.

Este estudio se basa en el rango de especie[31].

[30] El número de especies de ropalóceros supone en números redondos el 15% del total de especies clasificadas dentro del orden Lepidoptera (FERNANDEZ-RUBIO, 1991).

[31] "Conjunto de individuos que manteniendo unas semejanzas morfológicas y de hábitos, se reproducen entre sí no mezclándose con otros" (VIVES-MORENO, 1992).

Características diferenciales de los ropalóceros

	Ropalóceros	Heteróceros
Actividad	diurna	crepuscular o nocturna
Alas	independientes	anteriores y posteriores unidas por *frenulum* u otro sistema
Antenas	maza o filiformes	heterogéneas
Actitud reposo	alas verticales	alas horizontales en tejadillo
Coloración	llamativa	apagada, salvo excepciones
Órgano auditivo	presente	ausente

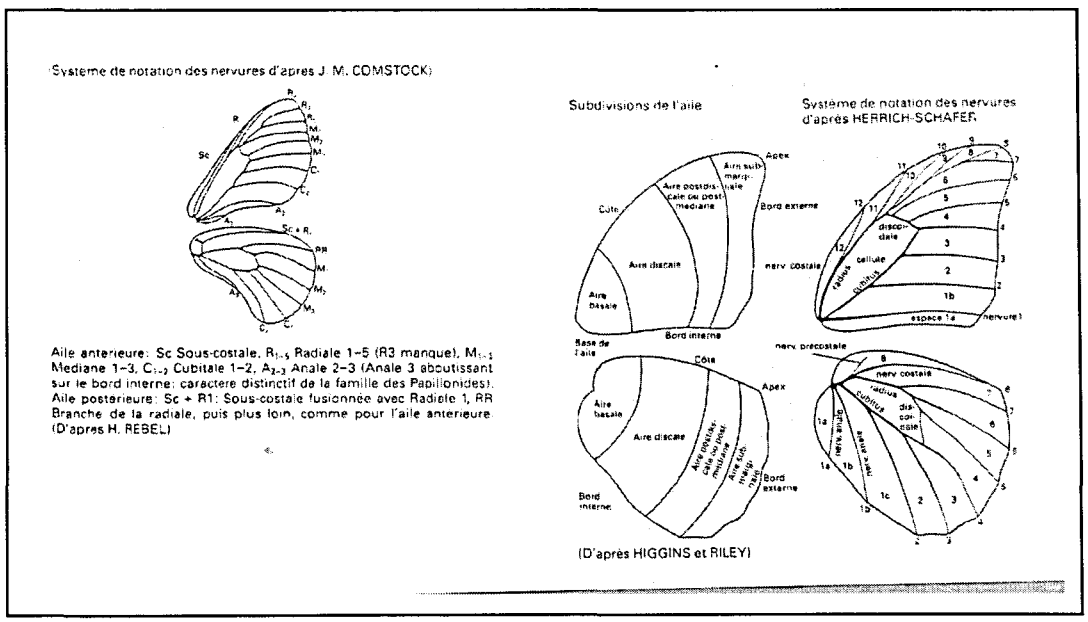


Figura III.I.12. Diagrama alar de los ropalóceros. Fuente: HIGGINS & RILEY(1971).

El orden Lepidoptera propuesto por Linnaeus en 1758 sufrió distintas clasificaciones según autores (Fabricius por la espiritrompa, Boisduval por la actividad; Meyrick y Tillyard por la venación alar; Borner por la genitalia; Henning por el aparato bucal) (VIVES-MORENO, 1992).

VIEDMA, BARAGAÑO y NOTARIO (1984) dividen el Orden Lepidoptera en 87 familias, agrupando los Rhopalocera en una sola superfamilia Papilionoidea.

GÓMEZ-BUSTILLO y ARROYO-VARELA (1981) adoptan para los Rhopalocera las superfamilias Papilionoidea, Nymphaloidea y Lycaenoidea, dividiendo el orden en 89 familias.

VIVES-MORENO (1992;1994) establece para los Lepidoptera 78 familias, eliminando de dicho rango a Riodinidae que incluye en Lycaenidae y a Satyridae y Libytheidae que incluye en Nymphalidae. OLANO *et al.* (1990) consideran a Riodinidae familia independiente

En este caso se sigue la clasificación adoptada por HIGGINS & RILEY (1971, 1988) y por VIVES-MORENO (1992; 1994), considerando a Riodininae incluída en Lycaenidae y a Libytheinae como subfamilia de Nymphalidae; sin embargo, dadas las características especiales de los Satyridae en cuanto a morfología y etología, muy distintas del resto de subfamilias de los Nymphalidae para el estudio y comparación entre paisajes se considera a Satyridae con rango de familia, siguiendo a HIGGINS & RILEY (1971); GÓMEZ-BUSTILLO y FERNANDEZ-RUBIO (1974); HIGGINS (1975); GÓMEZ-BUSTILLO y ARROYO-VARELA (1981); FERNANDEZ-RUBIO (1991). Ver tabla III.I.5.

Para la descripción de los ropalóceros se ha tenido en cuenta asimismo a MANLEY & ALLCARD (1970); GEIGER *et al.*, (1987); PALANCA (1987); GÓMEZ DE AIZPÚRUA (1988a, 1991); FERNANDEZ-RUBIO (1990, 1991); REDONDO (1990); LERAUT (1992).

Se estudian las familias reseñadas en la tabla III.I.5 todas ellas ropalóceros excepto la superfamilia Zygaenoidea de la que dado su vuelo diurno se estudia sólo la subfamilia Zygaeninae y el género *Adscita* como taxon de la subfamilia Procridinae.

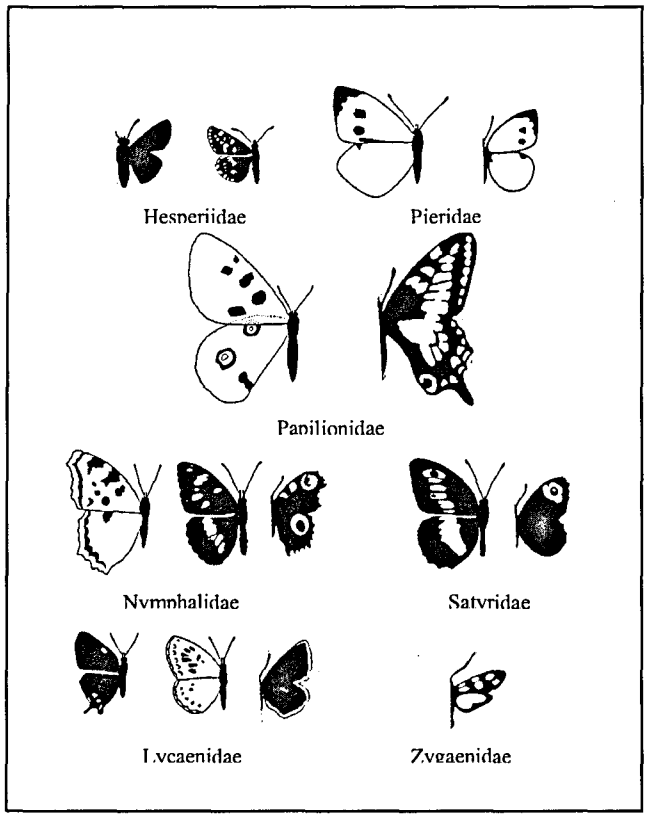


Figura III.I.13. Algunas siluetas alares de las familias estudiadas.

Tabla III.I.5.- Clasificación del órden Lepidoptera estudiado. *Siguiendo a* VIVES MORENO (1994).[32]

Clase Insecta
Superorden Amphiesmenoptera Kiriakoff, 1948
Orden Lepidoptera, Linnaeus, 1758
Suborden Glossata Fabricius, 1775

Superfamilia	Familia	Subfamilia	tribu	Subtribu	género
Hesperioidea Latreille,1809	Hesperiidae Latreille,1809	Hesperiinae Latreille,1809			*Thymelicus* Hübner,[1819]
					Hesperia Fabricius,1793
					Gegenes Hübner,[1819]
		Pyrginae Burmeister, 1878	Erynnini Tutt, 1906		*Erynnis* Schrank, 1801
			Pyrgini Burmeister, 1878	Carcharodina Picard, 1947	*Carcharodus* Hübner,[1819]
				Pyrgina Burmeister, 1878	*Spialia* Swinhoe,[1912]
					Syrichtus Boisduval,[1834]
					Pyrgus Hübner,[1819]
Papilionoidea Latreille,(1802)	Papilionidae Latreille,[1802]	Papilioninae Latreille,[1802]	Papilionini Latreille,[1802]		*Papilio* Linnaeus, 1758
			Lampropterini Moore, 1890	Teinopalpina Grote, 1899	*Iphiclides* Hübner,[1819]
		Parnassiinae Duponchel,[1835]	Parnassiini Duponchel,[1835]	Parnassiina Duponchel,[1835]	*Parnassius* Latreille, 1809
			Luehdorfiini Chapman, 1895	Zerynthiina Grote, 1900	*Zerynthia* Ochsenheimer, 1816
	Pieridae Duponchel,[1835]	Dismorphiinae Schatz, 1887	Leptideini Verity, 1947		*Leptidea* Billberg, 1820
		Coliadinae Swainson, 1827	Coliadini Swainson, 1827		*Colias* Fabricius, 1807
			Rhodocerini Duponchel,[1835]		*Gonepteryx* Leach,[1815]
		Anthocharinae Scudder, 1889	Anthocharini Scudder, 1889		*Euchloe* Hübner,[1819]
					Anthocharis Boisduval,Rambur&Graslin,[1833]
					Zegris Boisduval, 1836
		Pierinae Duponchel,[1835]	Pierini Duponchel,[1835]		*Aporia* Hübner,[1819]
					Pieris Schrank, 1801

[32] Se sigue a VIVES-MORENO (1992) excepto en la consideración de Satyridae como familia independiente, aunque seguimos considerándola dentro de la superfamilia Nymphaloidea.

					Pontia Fabricius, 1807
Nymphaloidea Swainson, 1827	Nymphalidae Swainson, 1827	Nymphalinae Swainson, 1827	Nymphalini Swainson, 1827		*Nymphalis* Kluk, 1802
					Inachis Hübner,[1819]
					Vanessa Fabricius, 1807
					Aglais Dalman, 1816
					Polygonia Hübner,[1819]
		Argynninae Duponchel, [1835]			*Argynnis* Fabricius, 1807
					Pandoriana Warren, 1942
					Mesoacidalia Reuss, 1920
					Fabriciana Reuss, 1920
					Issoria Hübner,[1819]
					Brenthis Hübner,[1819]
					Boloria Moore,[1900]
		Melitaeinae Newman, 1869			*Melitaea* Fabricius, 1807
					Euphydryas Scudder, 1872
		Limenitinae Behr, 1864	Limenitini Behr, 1864		*Azuritis* Boudinot, 1985
	Satyridae Boisduval, 1833	Satyrinae Boisduval,[1833]	Elymniini Herrich-Shaffer,1864	Parargina Tutt, 1896	*Pararge* Hübner,[1819]
					Lasiommata Westwood, 1841
			Satyrini Boisduval, [1833]	Coenonymphina Tutt, 1896	*Coenonympha* Hübner,[1819]
				Erebiina Doherty, 1886	*Erebia* Dalman, 1816
				Epinephelina Tutt, 1896	*Maniola* Schrank, 1801
					Hyponephele Muschamp, 1915
					Pyronia Hübner,[1819]
				Melanargiina Wheeler, 1903	*Melanargia* Meigen, [1828]
				Satyrina Boisduval,[1833]	*Hipparchia* Fabricius, 1807
					Chazara Moore,[1893]
					Satyrus Latreille, 1810
					Brintesia Fruhstorfer, [1911]
					Arethusana De Lesse, 1951
		Libytheinae Boisduval, 1840			*Libythea* Fabricius, 1807
Lycaenoidea Grote, 1895	Lycaenidae Leach, [1815]	Theclinae Swainson, 1831	Theclini Swainson, 1831		*Thecla* Fabricius, 1807
					Laeosopis Rambur, 1858
			Tomarini Eliot, 1973		*Tomares* Rambur, 1840
			Eumaeini Doubleday, 1847		*Satyrium* Scudder, 1876

					Callophrys Billberg, 1820
		Lycaeninae Leach, [1815]	Lycaenini Leach, [1815]		*Lycaena* Fabricius, 1807
		Polyommatinae Swainson, 1827	Lampidini Swinhoe, 1910		*Lampides* Hübner, [1819]
					Leptotes Scudder, 1876
			Everini Tutt, [1907]		*Cupido* Schrank, 1801
			Celastrinini Tutt, [1907]		*Celastrina* Tutt, 1906
			Scolitantidini Tutt, [1907]		*Glaucopsyche* Scudder, 1872
					Pseudophilotes Beuret,1958
			Polyommatini Swainson, 1827		*Plebejus* Kluk, 1802
					Iolana Bethune-Baker, 1914
					Aricia [Reichenbach,Leipzing],1817
					Polyommatus Latreille, 1804
		Riodininae Grote, 1895	Nemeobiini Bates, 1863	Nemeobiina Bates, 1863	*Hamearis* Hübner, [1819]
Zygaenoidea Latreille,1809	Zygaenidae Latreille,1809	Zygaeninae Latreille,1809	Zygaenini Latreille,1809		*Zygaena* Fabricius,1775
		Procridinae Boisduval,(1828)	Procridini Boisduval,(1828)		*Adscita* Retzius, 1783[33]

[33] se considera como taxon único