

ISSN : 0153-8756

Publication de
l'Université de Droit, d'Économie et des Sciences
d'Aix-Marseille III

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique



TOME XIX 1993

Fascicule 3/4

Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme, IMEP (case 461)
Avenue Escadrille Normandie-Niemen, F 13397 Marseille Cedex 20

ECOLOGIA MEDITERRANEA

Université d'Aix-Marseille III
Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme
Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléocécologie (Case 461)
Avenue escadrille Normandie-Niemen
F 13397 MARSEILLE Cedex 20
Fax : 91 28 86 68

<i>Directeur de la publication</i>	P. QUEZEL	<i>Editor</i>
<i>Secrétaire général</i>	H. BRISSE	<i>Co-editor</i>
<i>Comité de rédaction</i>	L. BIGOT, R. LOISEL, N. POINSOT-BALAGUER, L. TESSIER	<i>Editorial board</i>
<i>Trésorier</i>	J.-L. de BEAULIEU	<i>Treasurer</i>
<i>Equipe technique</i>	C. GABOURIAUT, C. GOEURY	<i>Technical board</i>

COMITE DE LECTURE

- AKMAN, Y., Ankara Universiti-Fen Facultesi-Biyologie Bolumu, Ankara, Turquie.
AUSSENAC, G., INRA, CNRF, Unité de Recherches en Bioclimatologie Forestière, Champenoux, F 54280 Seichamps.
BARBAULT, R., ENS, 46 rue d'Ulm, F 75230 Paris Cedex 05.
BARBERO, M., UAM III, Faculté de Saint Jérôme, Laboratoire de Botanique et Ecologie Méditerranéenne (Case 461), Avenue escadrille Normandie-Niemen, F 13397 Marseille Cedex 13.
BIROT, Y., INRA, Département des Recherches Forestières, Avenue Vivaldi, F 84000 Avignon.
BONIN, G., UAM I, Laboratoire de Biosystématique, Faculté de Saint Jérôme, F 13397 Marseille Cedex 13.
BOTTEMA, S., Biologisch-Archaeologisch Institut, Rijksuniversiteit Groningen, Poststraat 6, NL-9712, Groningen, Pays-bas.
BOUDOURESQUE, C.-F., UAM II, Faculté des Sciences de Luminy, LBMEB, (Case 901), F 13288 Marseille Cedex 9.
BOUVAREL, P., Thibompré, F 88480 Saint Rémy.
CATARINO, F.M., Museu, Laboratorio e Jardim Botânico, Faculdade de Ciências, rua da Escola Politécnica, P 1294 Lisboa Codex.
CHAMPEAU, M., UAM I, Faculté des Sciences Saint Charles, 3 place Victor Hugo, F 13003 Marseille Cedex.
COSTA, M., Facultad de Farmacia, Departamento de Botanica, Avenida Blasco Ibanez 13, 46010 Valencia, Espagne.
DAGET, P., Université de Montpellier II, Institut de Botanique, Laboratoire de Systématique et Botanique méditerranéennes, 163 rue Auguste Broussonet F 34000 Montpellier.
DANIN, A., The Hebrew University of Jerusalem, Department of Botany, Jerusalem, Israël 91904.
DEBUSSCHE, M., CNRS-CEPE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Route de Mende, BP 5051, F 34033 Montpellier Cedex.
DJBAILL, S., Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, INA, BP 9, Dar el-Beida, Alger, Algérie.
DODD, R.S., University of California, Forest Products Laboratory, Richmond, Berkeley, CA-94804, Etats Unis d'Amérique.
Du MERLE, P., INRA, Station de Zoologie Forestière, Avenue Vivaldi, F 84000 Avignon.
GHABBOUR, S., Institut of African Research and Studies, Department of Natural Resources, Cairo University, Giza, Egypte.
GIUDICELLI, J., UAM III, Faculté de Saint Jérôme, Laboratoire d'Ecologie Animale, Avenue escadrille Normandie-Niemen, F 13397 Marseille Cedex 13.
GONZALEZ-BERNALDEZ, F., Universita Autonomia de Madrid, Facultad de Ciencias, Catedra de Ecologia, Ciudad Universitaria de Canto Blanco, 28049 Madrid, Espagne.
LAMOTTE, M., ENS, Laboratoire de Zoologie, 46 rue d'Ulm, F 75230 Paris 05.
LEFEUVRE, J.-C., MNHN, Laboratoire de l'Evolution des Systèmes Naturels et Modifiés, 57 rue Cuvier, F 75231 Paris Cedex 13.
LEMEE, G., 6 Avenue Garennière, F 94260 Fresnes.
LOWE, J.J., Royal Holloway and Bedford New College, Department of Geography, Egham, Surrey TW20 0EX, Royaume Uni.
LUMARET, R., CNRS-CEPE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Route de Mende, BP 5051, F 34033 Montpellier Cedex.
MARGARIS, N.S., University of the Aegean, Department of Environmental Studies, 17 Karadotni str., 81100 Mytilène, Grèce.
M'HIRIT, O., Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols, Division de Recherches et d'Expérimentations Forestières, Charia Omar ibn El-Khatib, BP 763, Rabat (Agdal), Maroc.
MUNAUT, A.V., Université Catholique de Louvain, Laboratoire de Palynologie et Dendrochronologie, 4 Place Croix-du-Sud, B 1348 Louvain-la-Neuve.
NAHAL, I., Université d'Alep, Faculté d'Agronomie, Laboratoire de Botanique, Alep, Syrie.
OECHEL, W., San Diego State University, Colleges of Sciences, Department of Biology, San Diego, CA 92182-0057, Etats Unis d'Amérique.
OZENDA, P., Université Joseph Fourier, Laboratoires d'Ecologie Végétale, BP 53 X, F 38041 Grenoble Cedex.
PEDROTTI, F., Università degli Studi di Camerino, Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Via Pontoni 5, I 62032 Camerino.
PIUSSI, P., Università degli Studi di Firenze, Istituto di Selvicoltura, Via S. Bonaventura 13, I 50145 Firenze.
PONS, A., UAM III, Faculté des Sciences de Saint Jérôme, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie (Case 451), F 13397 Marseille Cedex 13.
RASMONT, P., Université de Mons, Laboratoire de Zoologie, Avenue Maistriau, B 7000 Mons.
RIOUX, J.-A., Université de Montpellier, Faculté de Médecine, Laboratoire d'Ecologie Médicale et Pathologie Parasitaire, 163 rue Auguste Broussonet, F 34000 Montpellier.
RIVAS-MARTINEZ, S., Universidad Complutense, Facultad de Farmacia, Departamento de Botanica, Madrid 3, Espagne.
ROMANE, F., CNRS-CEPE, Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, Route de Mende, BP 5051, F 34033 Montpellier Cedex.
RUNDEL, P.W., University of California, Laboratory of Biomedical and Environmental Sciences, 900 Veteran Avenue, Los Angeles, CA 90024-1786, Etats Unis d'Amérique.
SPECHT, R.L., The University of Queensland, Botany Department, St Lucia, Queensland 4072, Australie.
TERRADAS, J., Universitat Autonomia de Barcelona, Centre de Recerca Ecologica i Aplicacions Forestals, 08193 Bellaterra (Barcelona), Espagne.
TAYLOR, H.C., Botanical Research Unit, PO Box 471, 76000 Stellenbosch, République Sud-Africaine.
VAN DEN MAAREL, E., Växibiologiska Institutionen, Box 559, S 75122 Uppsala 1, Suède.

ABONNEMENTS

Pour la France, les tarifs d'abonnements incluent les frais de port. Pour l'étranger, le port est à ajouter.

Abonnement 1991 (Tome XVII)	France 450 F
Abonnement 1992 (Tome XVIII)	..... Etranger 500 F
Abonnement 1993 (Tome XIX)	

La collection complète, incluant les tomes XV et XVI, est facturée 1.500 FF.

Tous les fascicules d'Ecologia Mediterranea sont disponibles. Les numéros antérieurs à 1989 sont facturés forfaitairement 200 FF par année. Les commandes doivent être adressées au Trésorier de la revue, accompagnées du paiement par chèque ou mandat libellé au nom du :

Régisseur d'avances de l'U.D.E.S.A.M.

ecologia mediterranea

revue d'écologie terrestre et limnique

The structure and dynamics of *Festuca scariosa* communities in southern Spain

Structure et dynamique des groupements à *Festuca scariosa* dans le sud de l'Espagne

A. ASENSI*, B. DIEZ-GARRETAS* & V. E. MARTIN OSORIO*

ABSTRACT

An analysis of the different communities dominated by *Festuca scariosa* in southern Spain was carried out. These communities are included in the alliance *Festucion scariosae* which is reviewed in this paper. On the basis of the new data available we propose a new association, *Festuco scariosae-Helictotrichetum arundani*.

KEY WORDS: *Festucion scariosae*, grassland, phytosociology, southern Spain

RESUME

Les auteurs examinent les associations des pelouses à *Festuca scariosa* qui se développent au sud de l'Espagne. A l'aide de quelques observations inédites et des travaux phytosociologiques concernés, ils présentent un tableau synthétique des différents syntaxons reconnus. Ils décrivent une nouvelle association: *Festuco scariosae-Helictotrichetum arundani*.

MOTS-CLES : *Festucion scariosae*, pelouses, phytosociologie, sud de l'Espagne

RESUMEN

Se realiza un análisis de las distintas comunidades dominadas por *Festuca scariosa* en el sur de España. Estas comunidades se incluyen en la alianza *Festucion scariosae*, de la cual se hace una revisión completa. Se aportan nuevos datos proponiendo una nueva asociación: *Festuco scariosae-Helictotrichetum arundani*.

PALABRAS CLAVE : *Festucion scariosae*, pastizales, fitosociología, sur de España

INTRODUCTION

The grassland communities dominated by *Festuca scariosa* are found in southern Spain, mostly installed on deep carbonated soils, although they also may be present on siliceous substrats. The characteristic species are mostly perennial grasses, such as *Arrhenatherum album*, *Avenula bromoides*, *Festuca capillifolia*, *Festuca*

scariosa and *Helictotrichum filifolium* s.l., which are mainly the floristic base of the alliance *Festucion scariosae* (MARTINEZ PARRAS, PEINADO & ALCARAZ, 1984).

This alliance presents the optimum development in the Iberian southern mountains at altitudes of 1000 to 1600 m, although there are some communities that grow at 2000 m or higher in the western part of the area.

The communities included in the alliance *Festucion scariosae* represent a substitutive phase of the natural forests of the territory, *Paeonio coriaceae-Quercetum rotundifoliae*, *Berberido hispanicae-Quercetum rotundifoliae*, *Daphno latifoliae-Aceretum granatensis*, *Paeonio broteroi-Abietetum pinsapo*, *Bunio macucae-Abietetum pinsapo*, (RIVAS-MARTINEZ, 1987).

We have studied these grasslands in the western part of the area (Rondeño sector) and we have proposed a new association named *Festuco scariosae-Helictotrichetum arundani*. On the basis of the data obtained by us and other authors, an analysis of the alliance *Festucion scariosae* is carried out.

MATERIAL AND METHODS

The communities have been analysed according to the traditional methods of Braun-Blanquet. The relevés taken in various localities of southern Spain (Cádiz and Málaga provinces) display the floristic composition of the new association and are shown in table 2. By means of a synthetic table, we have compared the different communities described using relevés taken from the literature and others unpublished.

We will follow the biogeographical and bioclimatical tipology of RIVAS-MARTINEZ, ASENSI, MOLERO MESA & VALLE (1991).

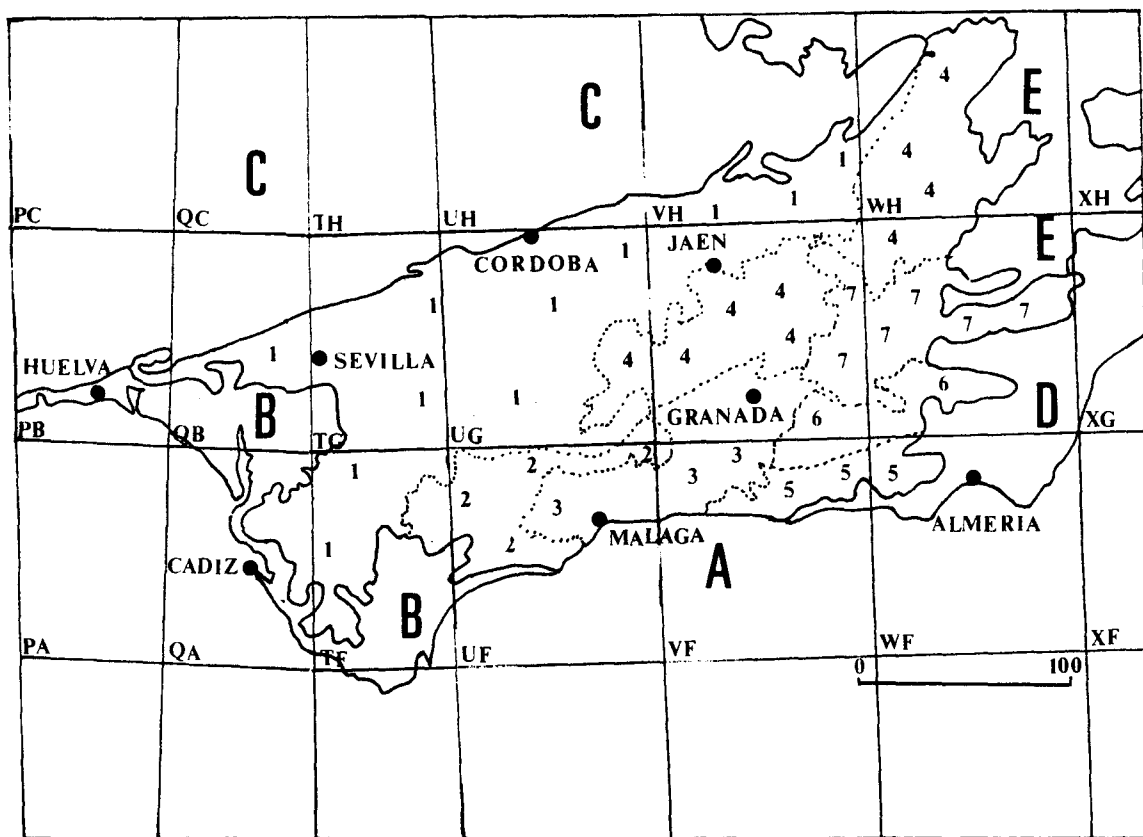


Figure 1.- Biogeography of southern Spain (RIVAS MARTINEZ & al. 1991). Mediterranean region

A. Bética province

1. Hispalense sector
2. Rondeño sector
3. Malacitano-Almijareense sector
4. Subbético sector
5. Alpujarreño-Gadoreense sector

6. Nevadense sector

7. Guadiciano-Bacense sector

B. Gaditano-Onubo-Algarviense province

C. Luso-Extremadureense province

D. Murciano-Almeriense province

E. Castellano-Maeztrago-Manchega province

According to it, the area of the alliance *Festucion scariosae* belongs to the Mediterranean region and it is part of the Bética, Castellano-Maeztrago-Manchega and Murciano-

Almeriense provinces (figure 1). The communities we have studied are mainly located in the mesomediterranean and supramediterranean bioclimatic belts.

DESCRIPTION OF THE PLANT COMMUNITIES

Helictotricho filifolii-Festucetum scariosae Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1984. (table 1, columns 1-8)

This association has a wide distribution in the Bética province (Alpujarreño-Gadorese, Guadiciano-Bacense, Malacitano-Almijarese, Nevadense and Subbético sectors). Its optimum development is located in the mesomediterranean and supramediterranean belts, occupying calcareous and siliceous substrats. The characteristic taxa are: *Festuca scariosa*, *Helictotrichon filifolium* subsp. *filifolium* and *Helictotrichon filifolium* subsp. *velutinum*.

The variability of this association is shown in table 1. The two first columns correspond to the typical association, the second set (3-4) represents a community (*Dactylo hispanicae-Festucetum scariosae*) which will be discussed below and the third group (5-8) includes the following subassociations:

* *stipetosum tenacissimae* subas. nova (column 5). It differs from the typical community by the presence of *Stipa tenacissima* and colonizes the lower part of the mesomediterranean belt. (Lectotypus: relevé 2, table 3 in Martínez Parras, Peinado & Alcaraz, 1984).

* *brachypodietosum boissieri* Pérez Raya 1987 (column 6). It is located on dolomitic rocks and presents some endemic species such as: *Brachypodium boissieri*, *Alyssum serpyllifolium* subsp. *malacitanum*, *Centaurea granatensis* and *Helianthemum pannosum*.

* *festucetosum indigestae* Pérez Raya 1987 (column 7). It represents the impoverishment of the typical community in the oromediterranean belt (2000-2150 m).

* *festucetosum elegantis* Pérez Raya 1987 (column 8). It is characteristic of the siliceous areas belonging to the Nevadense sector.

Arrhenathero murcici-Festucetum capillifoliae Rivas-Martínez & Alcaraz in Alcaraz 1984 (Table 1, column 9)

This association replaces the former one in the eastern part of the area (Manchego, Setabense and Subbético sectors). It develops on deep calcareous soils in the mesomediterranean and supramediterranean belts. The characteristic species are *Festuca capillifolia* and *Arrhenatherum murcicum*.

Two subassociations have been described:

* *stipetosum tenacissimae* Rivas-Martínez & Alcaraz in Alcaraz 1984, in the drier areas of the mesomediterranean belt.

* *festucetosum baeticae* Sánchez-Gómez, Alcaraz & Saez inéd., colonizing the supramediterranean belt in the eastern part of Sierra de Segura (Subbético sector).

Avenulo bromoidis-Helictotrichetum cazorlensis Gómez Mercado & Valle 1991 (table 1, columns 12 and 13).

Association developed in the Alpujarreño-Gadorese, Malacitano-Almijarese, and Subbético sectors in the supramediterranean and oromediterranean belts. The characteristic taxon is *Helictotrichon filifolium* subsp. *cazorlense*, which replaces *Helictotrichon filifolium* subsp. *filifolium* in higher and colder places, according to our data. Besides this taxon, the community includes others species such as *Arrhenatherum album*, *Avenula bromoides*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* and *Stipa offneri*.

References:

- 1: *Helictotricho filifolii-Festucetum scariosae* Martínez Parras & al. 1984. (Martínez Parras & al. 1984:125)
- 2: « « *festucetosum scariosae* Martínez Parras & al. 1984. (Pérez Raya 1987. Tb. 21)
- 3: *Dactylo-Festucetum scariosae* Martínez Parras & al. 1987. (Martínez Parras & al. 1987. Tab. 7)
- 4: « « *stipetosum giganteae* (Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1987. Tab. 8)
- 5: *Helictotricho-Festucetum scariosae stipetosum tenacissimae* subas. nova. (Martínez Parras & al. 1984: 125)
- 6: « « *brachypodietosum boissieri* Pérez Raya 1987. (Pérez Raya 1987. Tab. 21)
- 7: « « *festucetosum indigestae* Pérez Raya 1987. (Pérez Raya 1987. Tab. 21)
- 8: « « *festucetosum elegantis* Pérez Raya 1987. (Pérez Raya 1987. Tab. 21)
- 9: *Arrhenathero-Festucetum capillifoliae* Rivas-Martínez & Alcaraz in Alcaraz 1984. (Alcaraz 1984. Tab. 51)
- 10: *Festuco scariosae-Helictotrichetum arundani* as. nova. Tab. 1, rel. 1-6
- 11: « « *stipetosum tenacissimae* subas. nova. Tab. 1 rel. 7-16
- 12: *Avenulo-Helictotrichetum cazorlensis* Gómez M. & Valle 1991. (Gómez M. & Valle 1991 Tab. 2)
- 13: *Avenulo-Helictotrichetum cazorlensis* Gómez Mercado 1989 (Mota, 1990. Tab. 24)

Table 1

Column number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Relevés number	7	4	7	5	3	2	2	3	10	6	15	11	11
Characteristics of associations and alliance													
<i>Festuca scariosa</i>	V	3	V	V	3	2	2	3	.	V	V	.	V
<i>Helictotrichon filifolium</i> subsp. <i>filifolium</i>	III	2	.	.	1	.	.	.	V	.	.	.	.
<i>Helictotrichon filifolium</i> subsp. <i>velutinum</i>	II	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+
<i>Arrhenatherum murcicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.
<i>Festuca capillifolia</i>	II	.	.	.	.	.	.	.	V	I	+	.	III
<i>Helictotrichon filifolium</i> subsp. <i>arundanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	V	.	.
<i>Avenula bromoides</i> subsp. <i>arundana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	V	.	.
<i>Helictotrichon filifolium</i> subsp. <i>cazorlense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	V
Characteristics of subassociations													
<i>Stipa tenacissima</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	+	.	IV	.	.
<i>Brachypodium boissieri</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alyssum serpyllifolium</i> subsp. <i>malacitanum</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea granatensis</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helianthemum pannosum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca indigesta</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Arabis stenocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Festuca elegans</i>	.	.	.	I	.	.	.	3	.	.	.	.	.
Characteristics of order and class													
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i>	I	2	V	V	1	1	1	2	III	V	V	II	I
<i>Arrhenatherum album</i>	IV	2	IV	II	2	1	.	.	.	II	II	III	.
<i>Avenula bromoides</i>	.	2	I	.	.	2	2	3	V	.	.	V	II
<i>Stipa offneri</i>	I	1	.	.	1	1	.	.	III	.	.	IV	I
<i>Brachypodium retusum</i>	II	2	.	.	2	.	.	.	V	II	II	.	.
<i>Koeleria vallesiana</i>	I	+	.	.	1	.	.	.	II	.	.	I	.
<i>Stipa gigantea</i>	.	.	.	V	.	.	.	.	.	I	IV	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i> subsp. <i>baeticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV
<i>Stipa pennata</i> subsp. <i>eriocaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Helictotrichon murcicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.
Accompanying													
<i>Eryngium campestre</i>	II	.	III	IV	1	2	1	1	.	.	.	.	.
<i>Asphodelus ramosus</i>	II	2	.	.	3	1	2	.	II	.	.	.	.
<i>Thymus mastichina</i>	II	2	II	.	2	2	.	3	.	.	.	.	.
<i>Carex hallerana</i>	II	2	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	IV	.
<i>Andryala ragusina</i>	II	3	.	IV	1	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Erinacea anthyllis</i>	.	1	.	.	1	.	2	.	.	.	.	III	III
<i>Salvia lavandulifolia</i>	.	2	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.
<i>Ptilostemon hispanicus</i>	.	1	I	V	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Lavandula lanata</i>	.	2	.	.	.	.	1	2	.	II	.	.	.
<i>Helichrysum stoechas</i>	II	2	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.
<i>Poa bulbosa</i>	II	2	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	+
<i>Helianthemum croceum</i>	II	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	IV	.
<i>Campanula rapunculus</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	I	III	.	.
<i>Teucrium webbianum</i>	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	IV	.
<i>Santolina canescens</i>	.	1	.	.	.	1	.	2	.	.	.	.	.
<i>Quercus rotundifolia</i> (seedling)	.	.	II	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	II	II	I	.	.
<i>Phlomis lychnitis</i>	II	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helichrysum italicum</i> subsp. <i>serotinum</i>	.	.	III	II	.	.	.	.	.	II	.	.	.

***Festuco scariosae-Helictotrichetum arundani*
Asensi, Díez-Garretas & Martín Osorio as.
nova (holotypus: table 2, relevé 2)**

This association is restricted to the Rondeño sector and develops on deep soils derived from calcareous, dolomite and peridotite rocks. It is found in the mesomediterranean and supramediterranean belts. The habitat of this syntaxon is wetter than the preceding associations with an annual precipitation of 1000 mm to over 2000 mm (humid-perhumid types). It is clearly defined by two endemic species of the

Rondeño sector, *Helictotrichon filifolium* subsp. *arundanum* and *Avenula bromoides* subsp. *arundana*.

The composition of this association is shown in table 2. The first group of relevés (1-6) characterizes the typical community, the second group (7-16) shows a more thermophilic aspect and constitutes a new subassociation, *stipetosum tenacissimae*, (holotypus: table 2, relevé 8). Moreover, we have distinguished a variant with *Stipa gigantea* located on decarbonated soils (relevés n° 11-16).

Table 2

***Festuco scariosae-Helictotrichetum arundani* as. nova *stipetosum tenacissimae* subas. nova**

Altitude (1=10 m)	110	110	120	125	130	135	110	104	104	104	115	115	100	110	110	110
Area m²	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Exposition	NW	W	N	N	N	N	W	N	N	N	NW	NW	W	NW	NW	NW
Inclination %	40	30	40	40	40	40	30	-	-	-	45	45	30	30	30	30
Species number	11	8	17	12	13	13	10	10	10	10	17	17	12	12	12	11
Order number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Characteristics of association:																
<i>Helictotrichon filifolium</i> subsp. <i>arundanum</i>	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	1.2	2.2	1.2	3.3	2.2	3.3	3.3	3.3	4.4
<i>Avenula bromoides</i> subsp. <i>arundana</i>	1.2	+2	2.2	2.3	2.2	2.3	+2	+2	+2	1.2	3.3	2.2	1.2	1.2	1.2	+2
Differential of subassociation																
<i>Stipa tenacissima</i>	.	.	.	.	.	.	+2	2.3	2.2	1.2	2.2	1.2	+2	+2	+2	+2
Characteristics of superior unities																
<i>Festuca scariosa</i>	3.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	1.2	1.2	1.2	1.2	3.3	4.4	2.2	1.2	1.2	1.2
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i>	2.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	+2	1.2	2.2	1.2	+2	+2	+2
<i>Melica minuta</i>	.	.	1.2	+2	1.2	1.2	.	1.1	1.1	+2	1.2	+	.	.	.	.
<i>Stipa gigantea</i>	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	2.2	1.2	1.2	1.2	+2
<i>Brachypodium retusum</i>	.	2.2	1.2	.	.	.	2.2	3.3	2.3	2.2	.	.	.	.	.	.
<i>Arrhenatherum album</i>	+2	+2	.	.	.	.	+2	.	.	.	2.2	1.2	+2	.	.	.
<i>Piptatherum paradoxum</i>	.	.	+2	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca capillifolia</i>	.	.	+2	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Accompanying																
<i>Phlomis crinita</i> nothosubsp. <i>malacitana</i>	+2	+2	.	+2	+2	+2	+2	.	.	.	1.1	1.1	+2	+2	1.2	2.2
<i>Thymus x arundanus</i>	1.2	.	.	.	.	.	1.1	1.2	+2	1.2	2.2	1.2	+2	1.2	+2	+2
<i>Phlomis purpurea</i>	1.2	1.1	1.1	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	1.2	1.2	+2	+2
<i>Paeonia broteroi</i>	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+	+2	+2	+2	+2
<i>Campanula rapunculoides</i>	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+	+	+	+
<i>Ptilostemon hispanicus</i>	.	.	+2	+2	+2	+2	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.
<i>Lavandula lanata</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+2	+2	1.2	+	.	.	.	.
<i>Teucrium simlatum</i>	.	.	+	+	+	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ulex baeticus</i>	.	.	+2	+2	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	.	.	2.2	1.2	1.2	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melica magnolia</i>	.	.	+2	+2	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis castellana</i>	.	.	+2	+2	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Linum suffruticosum</i> subsp. <i>suffruticosum</i>	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+2	.	.	.	.
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i>	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	.
<i>Phlomis lychnitis</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+2	.	.	.	.	.	.
<i>Biscutella megacarpa</i> subsp. <i>megacarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Piptatherum miliaceum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.1	.	.	.	.

Localities: 1, 2, 7, 13, 14, 15 & 16 sierra del Pinar, (Cádiz). 3, 4, 5 & 6 cerro de S. Cristóbal, Grazalema (Cádiz). 8, 9 & 10 cerro de Algarrobillos, Parauta (Málaga). 11 & 12 puerto de las Palomas, Grazalema (Cádiz).

DISCUSSION

Besides the above mentioned associations, MARTINEZ PARRAS, PEINADO & ALCARAZ (1987) proposed a new association for the siliceous areas of the Nevadense sector, *Dactylo hispanicae-Festucetum scariosae*, (columns 3 and 4, table 1). As it has been observed in the synthetic table, there is not a floristic base to consider this community as an independent association. In some siliceous areas the association *Helictotricho filifolii-Festucetum scariosae* shows a floristic impoverishment, with the lack of some species such as *Helictotrichon filifolium* subsp. *filifolium* and *Helictotrichon filifolium* subsp. *velutinum*. However, other siliceous species such as *Festuca elegans* and *Stipa gigantea* are present. This aspect was pointed out by PEREZ RAYA (1987) who proposed a subassociation, *festucetosum elegantis*, already mentioned. We consider *Dactylo hispanicae-Festucetum scariosae* as a syntaxonomic synonym of the *Helictotricho-Festucetum scariosae* (Code of phytosociological nomenclature, definition 10).

The chorology of the *Avenulo bromoidis-Helictotrichetum cazorlensis*, considered by GOMEZ MERCADO & VALLE (1991) as exclusive of the Cazorlense subsector (Subbético sector) must be discussed in further detail. These authors proposed *Helictotrichon filifolium* subsp. *cazorlense* and *Avenula bromoides*, as characteristic species of this community, pointing out the lack of *Festuca scariosa* in the Cazorlense subsector. However, *Helictotrichon filifolium*

subsp. *cazorlense* is a taxon with a wider distribution, located in the Alpujarreño-Gadorese, Malacitano-Almijarese and Subbético sectors, too (ROMERO ZARCO, 1984). On the other hand, the column 13, table 1 shows unpublished relevés (MOTA POVEDA, 1990) taken in various mountains ranges (Gádor, Lújar, Almijara, Mágina, Baza, Filabres and María) belonging to the Alpujarreño-Gadorese, Malacitano-Almijarese and Subbético sectors, where *Helictotrichon filifolium* subsp. *cazorlense*, *Festuca scariosa* and *Avenula bromoides* are present. For this reason we extended the chorology of this association to the Alpujarreño-Gadorese, Malacitano-Almijarese and Subbético sectors.

CONCLUSIONS

As a result of this study we can conclude that:

1.- The optimum development of the alliance *Festucion scariosae* takes place in the Bética province, although it also occurs in neighbouring territories (Murciano-Almeriense and Castellano-Maestrazgo-Manchega provinces), reaching into to the Setabense sector (Valenciano-Catalano-Provenzal province).

2.- The following taxa are considered as characteristic: *Arrhenatherum murcicum*, *Avenula bromoides* subsp. *arundanum* (as.), *Festuca capillifolia*, *Festuca scariosa*, *Helictotrichum filifolium* s. l. (as.).

3.- The syntaxonomy of these types of grassland would be as follows:

LYGEO SPARTI-STIPETEA TENACISSIMAE Rivas-Martínez 1978

+ *Lygeo sparti-Stipetalia tenacissimae* Br. Bl. & O. Bolòs (1954) 1957 em. Rivas-Martínez 1978

* *Festucion scariosae* Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1984.

Helictotricho filifolii-Festucetum scariosae Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1984
(syn.: *Dactylo hispanicae-Festucetum scariosae* Martínez Parras, Peinado & Alcaraz 1987)
festucetosum scariosae
stipetosum tenacissimae subas. nova
brachypodietosum boissieri Pérez Raya 1987
festucetosum elegantis Pérez Raya 1987
festucetosum indigestae Pérez Raya 1987.

Arrhenathero murcici-Festucetum capillifoliae Rivas-Martínez & Alcaraz in Alcaraz 1984.
festucetosum capillifoliae
stipetosum tenacissimae Rivas-Martínez & Alcaraz in Alcaraz 1984.
festucetosum baeticae Sánchez Gómez, Alcaraz & Saez inéd.

Avenulo bromoidis-Helictotrichetum cazorlensis Gómez Mercado & Valle 1991.

Festuco scariosae-Helictotrichetum arundani Asensi, Díez Garretas & Martín Osorio as. nova.
helictotrichetosum arundani
stipetosum tenacissimae subas. nova.

NOMENCLATURE

All the taxa names are given according to GREUTER & col. Med-Checklist (1984, 1986, 1989) or TUTIN & col. (ed.), Flora Europaea (1964-1980), except the following:

Arrhenatherum elatius subsp. *baeticum* Romero Zarco in Acta Bot. Malacitana 10: 134. 1985; *Arrhenatherum murcicum* Sennen, Pl. Esp. Exsicc. 7224. 1928; *Avenula bromoides* subsp. *arundana* (Romero Zarco) Rivas-Martínez in Lagasalia 15 (extra): 116. 1988; *Brachypodium boissieri* (Boiss.) Nyman, Syll.: 425. 1855; *Helictotrichon filifolium* subsp. *arundanum* Romero Zarco in Anales Jard. Bot. Madrid 41 (1): 118. 1984; *Helictotrichon filifolium* subsp. *cazorlense* (Romero Zarco) Rivas-Martínez, Asensi, Molero Mesa & Valle in Rivasgodaya 6: 37. 1991; *Helictotrichon filifolium* subsp. *velutinum* (Boiss.) Romero Zarco in Anales Jard. Bot. Madrid 41 (1): 118. 1984; *Phlomis crinita* nothosubsp. *malacitana* (Pau) Rivas-Martínez, Asensi, Molero Mesa & Valle in Rivasgodaya 6: 51. 1991; *Teucrium similitum* Navarro & Rosua in Candollea 45 (2): 583. 1990.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thanks J.F. Mota Póveda for allowing us to use some of his unpublished relevés in the present study.

This research was supported by D.G.C.Y.T (P.I. NAT-89-0887-C03-03).

REFERENCES

ALCARAZ, F. 1984. Flora y vegetación del NE de Murcia. *Secretariado de publicaciones. Universidad de Murcia*.

ALCARAZ, F., DIAZ, T., RIVAS-MARTINEZ, S. & SANCHEZ GOMEZ, P. 1991. Datos sobre la vegetación de Murcia (España). Guía geobotánica de la excursión de las XI Jornadas

de Fitosociología. *DM editor, Murcia*.

GOMEZ MERCADO, F. & VALLE, F. 1991. Novedades fitosociológicas del sector Subbético (provincia Bética). *Rivasgodaya* 6: 137-144, Madrid.

MARTINEZ PARRAS, J. M., PEINADO, M. & ALCARAZ, F. 1984. Estudio de la serie mesomediterránea basífila de la encina *Paeonio-Querceto rotundifoliae* S. *Lazaroa* 5: 119-129, Madrid.

MARTINEZ PARRAS, J. M., PEINADO, M. & ALCARAZ, F. 1987. Comunidades vegetales de Sierra Nevada (España). *Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá de Henares. Monografías 1*.

MOTA POVEDA, J.F. 1990. Estudio fitosociológico de las altas montañas calcáreas de Andalucía (provincia corológica Bética). *Tesis Doctoral. Universidad de Granada*.

PEREZ RAYA, F. 1987. La vegetación en el sector Malacitano-Almijareense de sierra Nevada. *Tesis Doctoral. Universidad de Granada*.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1978. Sur de la syntaxonomie des pelouses therophytiques de l'Europe occidentale. *Colloques Phytosociologiques* 6: 55-71.

RIVAS-MARTINEZ, S. 1987. Memoria del mapa de Series de Vegetación de España, 1:400.000. *ICONA, Madrid*.

RIVAS-MARTINEZ, S., ASENSI, A, MOLERO MESA, J. & VALLE, F. 1991. Endemismos vasculares de Andalucía. *Rivasgodaya* 6: 5-75, Madrid.

ROMERO ZARCO, C. 1984. Revisión del género *Helictotrichon* Besser ex Schultes & Schultes fil. (*Gramineae*) en la Península Ibérica. I. Estudio taxonómico. *Anales Jard. Bot. Madrid* 41 (1): 97-124, Madrid.

Herbivorie/omnivorie chez *Praehippigerapachygaster* Lucas, 1849 (Orthoptera, Tettigoniidae), dans l'est algérien

R. FELLAOUINE* et A. LOUVEAUX**

RESUME

Praehippigerapachygaster Lucas, 1849 (Orthoptera, Tettigoniidae) fait des dégâts sur les cultures céréalières et fourragères dans l'est algérien. Le passage de l'herbivorie à l'omnivorie au cours du développement est mis en parallèle avec les changements de disponibilités trophiques dans l'habitat. Les espèces végétales consommées par *P. pachygaster* sont comparées entre trois jachères différant par leur composition floristique. Du pollen et des fragments d'insectes apparaissent dans le régime au VIème stade et chez les jeunes adultes. Un régime enrichi en protéines animales au moment de la mue imaginale, peut être en relation avec les besoins physiologiques de la maturation sexuelle.

MOTS-CLES : relations insectes/plantes, herbivorie, omnivorie, Orthoptera, Tettigoniidae

SUMMARY

Praehippigerapachygaster Lucas, 1849 (Orthoptera, Tettigoniidae) causes damage to cereals and fodder plants in east Algeria. Change from herbivory to omnivory during growth is compared to changes in food availability in the habitat. Plant species consumed by *P. pachygaster* are compared for three fallows of different plant species composition. Pollen and insect fragments appear in diet of the VI instar and young adults. A diet enriched in animal proteins at the time of the imaginal moult, may be related to the physiological needs of the sexual maturation.

KEYWORDS : plant/insect interactions, herbivory, omnivory, Orthoptera, Tettigoniidae

INTRODUCTION

Praehippigerapachygaster Lucas, 1849 est la seule espèce du genre en Algérie, Tunisie et Sardaigne. Elle est signalée en Algérie sur le littoral et les Hauts plateaux : Annaba, Setif, El-Harrach, Oran, Es-Senia, Teniet-El-Had, Ain-Touta, Djelfa et Berrouaghia (collec. I. N. P. V. Alger ; CHOPARD, 1943).

Nous avons très peu d'indications concernant le mode de vie et le régime alimentaire de cet insecte. Les dégâts provoqués aux cultures céréalières (blé, orge) et fourragères de la région de Sétif sont parfois aussi importants que ceux occasionnés par *Doclostaurus maroccanus* (Thunb., 1815) (Orthoptera, Gomphocerinae) et *Ocneridia volxemi* (Boliv., 1878) (Orthoptera, Pamphaginae). Les observations les plus récentes datent de 1986 (FELLAOUINE, 1989). Son statut de ravageur laisse penser que c'est plutôt un phytophage graminivore ; mais selon

CHOPARD (1943), *Praehippigerapachygaster* serait carnassier. Comme les autres Tettigoniides d'Afrique du nord, il a probablement un régime herbivore et omnivore.

Le régime omnivore a été bien étudié chez les blattes (RIVAULT et CLOAREC, 1991) et les grillons (CHIFFAUD et GILLON, 1984) et l'on connaît leurs besoins nutritionnels (SINGH et MOORE, 1984 ; NAKAGAKI et De FOLIART, 1991) ; mais pour les Tettigoniides on a peu de renseignements. BAILEY et RENTZ (1990) font une synthèse des connaissances de la biologie des Tettigoniides sans faire mention de travaux sur les besoins alimentaires de ces Orthoptères.

Notre travail a pour but de préciser les préférences alimentaires de *P. pachygaster* dans les conditions naturelles et de rechercher leur signification.

CADRE DE L'ETUDE

Le travail de terrain a été réalisé au cours des mois de mai et juin 1990 dans la région de Ouled-Tebbane (5°9'8"E et 35°4'46"N) à 65 km

* Institut de Biologie, Université de Sétif, 19000 Algérie.

** Laboratoire de Biologie évolutive et Dynamique des populations
Bât. 446, Université Paris Sud F. 91405 Orsay Cedex

au sud ouest de Sétif (est algérien). Ce choix a été fait en fonction des pullulations périodiques de *P. pachygaster* dans cette localité. Elle est définie par un climat semi-aride, à hiver froid et à été chaud et sec. Les précipitations annuelles sont inférieures à 350 mm. Le sol est calcaire, caillouteux, très perméable et d'une profondeur moyenne inférieure à 25 cm. Il est pauvre en matières organiques et son pH supérieur à 8 (Bureau d'étude O. T. I, in FENNI, 1991).

Les jachères, les cultures fourragères, maraîchères et céréalières ont en moyenne moins de 1,5 ha et sont imbriquées en mosaïque. Les pratiques culturales sont souvent manuelles. Un labour superficiel est effectué mécaniquement tous les 2 à 3 ans. Les céréales sont cultivées sans apport d'azote et sans désherbage chimique.

Nous avons choisi 3 jachères différant par leurs structure, densité, hauteur, recouvrement et leur composition floristique afin d'évaluer la variabilité du régime alimentaire en fonction de la disponibilité des ressources.

La station I est à végétation semi-ouverte et peu pâturée. La hauteur des plantes varie de 5 à 30 cm et le recouvrement est de 60 %.

La station II se caractérise par une végétation ouverte, pâturée et piétinée par les moutons. La hauteur des plantes dépasse rarement 10 cm avec un recouvrement moyen de 50 %.

La station III a une végétation non pâturée, de hauteur variable entre 5 et 40 cm, elle est semi-ouverte à ouverte et de recouvrement moyen 80 %.

Nous avons inventorié au total 63 espèces représentant 19 familles. Les plus abondantes en nombre d'individus dans les trois stations sont les Astéracées, les Poacées et les Brassicacées.

Les Thérophytes sont les plus nombreuses (87 %) et caractérisent souvent des milieux perturbés par les interventions agronomiques. Les vivaces (Géophytes, Hémicryptophytes et Chaméphytes) représentent 13 % et traduisent un mauvais entretien des cultures ainsi qu'un travail insuffisant du sol (FENNI, 1991).

La végétation est restée verte jusqu'au début du mois de juin. Le pâturage des moutons et la fauche à partir des premiers jours de juin ont accéléré le dessèchement des stations. Le vent du sud fréquent en juin a encore accentué l'évolution des stations.

La station III, était entièrement desséchée après le fauchage qui eu lieu le 3 juin. Dans les

deux autres stations, à l'exception des zones humides, les Poacées ont été les premières à se dessécher (mis à part *Lolium rigidum*).

Certaines espèces comme *Muscari comosum*, *Matthiola fruticulosa*, *Hedypnois cretica*, *Anacyclus clavatus*, *Hirschfeldia incana*, *Rapistrum rugosum*, se sont desséchées moins rapidement que les Fabacées et sont restées partiellement vertes jusqu'à la deuxième semaine du mois de juin. Les Astéracées à tiges dressées et feuilles épineuses comme *Picnomon acarna*, *Scolymus hispanicus*, *Carthamus pectinatus*, *Silybum eburneum*, *Carduus pteracanthus* sont restées vertes tout le mois de juin. Il s'agit pour la plupart de plantes bisannuelles et de vivaces profondément enracinées et non pâturées.

MATERIEL ET METHODES

Plusieurs méthodes d'étude du régime alimentaire des phytophages ont été décrites (BERNAYS et CHAPMAN, 1970 ; LAUNOIS-LUONG, 1975 ; CHAPUIS, 1980). Elles consistent à déterminer les plantes consommées par l'examen des épidermes contenus dans les fèces et leur comparaison avec une épidermothèque préparée à partir des plantes du biotope.

Sur chacune des trois jachères a été délimité une grille d'échantillonnage de 150x60 m divisée en 10 carrés de 30 m de côté. Des relevés de végétation ont été faits le 28 mai sur chacun des carrés des 3 grilles. Les fréquences des espèces en pourcentage sont portées dans le tableau I. Les déterminations ont été faites à partir de QUEZEL et SANTA (1962 ; 1963). Il a été tenu compte de la mise à jour des synonymies selon TUTIN *et al.* (1964 ; 1968 ; 1972 ; 1976 ; 1980).

Pour comparer la composition floristique des jachères nous avons utilisé deux indices :

- l'indice de similitude de Sørensen Q_s , basé sur le nombre d'espèces communes entre deux relevés : $Q_s = 2J / a + b$

où J = nombre d'espèces communes dans les deux relevés, a et b = nombre d'espèces dans chacun des relevés, $0 < Q_s < 1$;

- l'indice de similitude de Kulczynski (Q_k) qui est une variante de l'indice de Sørensen tient compte de la fréquence des espèces.

Indice de similitude de $Q_k =$

$$2 \times \frac{\sum_{i=1}^n (\min(C_{ki}, C_{kj}))}{\sum_{i=1}^n (C_{ki} + C_{kj})}$$

où C_{ki} et C_{kj} sont les fréquences des espèces k des relevés i et j , $0 < C_{ki} < 1$

Tous les 5 jours, un mâle et une femelle de chaque stade sont prélevés au hasard dans chaque carré de la grille. Ils sont mis à jeûner séparément pendant 4 à 8 heures ; et après récupération des fèces, ils sont relâchés sur les lieux de capture. Au total 840 individus ont été prélevés.

Les individus du premier stade, petits (3 à 4 mm) et déjà rares lors du premier prélèvement (10/05) n'ont pas été capturés. Les imagos n'ont pas été prélevés sur la station III (fauchée le 3/06).

Les fèces ont été traitées au laboratoire selon la méthode de CHAPUIS (1980). Quatre lames sont préparées avec des quantités de fèces représentant la moitié de ce qui a été collecté pour des lots de 10 mâles et 10 femelles, soit :

- 30 mg :	stades II et III
- 60	IV
- 130	V
- 250	VI
- 600	adulte.

Comme il est possible que la digestion altère certains détails morphologiques, nous avons établi une clé de détermination avec schémas et photographies au microscope à partir des épidermes ayant subi le transit digestif.

Sur chaque lame de fèces préparée nous avons noté la présence-absence d'épidermes végétaux, de pollens et de cuticules d'invertébrés dans dix observations choisies au hasard (CHAPUIS, 1980 ; HERCUS, 1960). Ceci nous a permis d'évaluer la fréquence et la variabilité du régime au cours du développement de *P. pachygaster*. La durée des observations varie de 10 à 30 mn par lame. Les espèces dont les structures épidermiques se ressemblent beaucoup n'ont pas été distinguées : les Poacées et les Fabacées ont été regroupées. Le pourcentage d'épidermes de Dicotylédones non déterminés est en moyenne de 25% (tableau 1).

RESULTATS

Aliments d'origine végétale

Nous n'avons pas observé de différences de régime alimentaire entre les mâles et les femelles. Sur les 63 espèces végétales présentes dans les trois stations, 19 ont été observées au moins une fois dans les fèces (tableau 1). Les espèces végétales ne sont pas consommées

proportionnellement à leur fréquence sur le terrain. Des espèces non consommées sont au moins aussi présentes sur le terrain que les autres, nous citerons : *Valerianella coronata*, *Anacyclus clavatus*, *Filago pyramidata*, *Rapistrum rugosum*, *Ranunculus arvensis*.

Les trois jachères ont une composition floristique assez semblable. L'indice de similitude de Sørensen Q_s , basé sur le nombre d'espèces communes entre deux relevés, est compris entre 0,56 et 0,69. Par contre ces jachères diffèrent par l'abondance de certaines espèces, plus que par la composition floristique. L'indice de similitude de Kulczynski (Q_k) qui tient compte de ces abondances est compris entre 0,15 et 0,22 et met clairement en évidence leurs différences. Nous avons utilisé ces caractéristiques des trois jachères pour comparer les préférences alimentaires de l'insecte en fonction des disponibilités sur le terrain.

Le nombre d'espèces consommées est de 17 chez les jeunes, passe par un maximum au stade V (figure 1). Les stades IV, V et VI étaient présents de la 3ème semaine du mois de mai jusqu'à la mi-juin, période où le tapis végétal est en plein développement. Le spectre alimentaire est moins diversifié chez les imagos (8 espèces). L'arrivée des adultes coïncide avec le dessèchement de la végétation et par conséquent une restriction des ressources alimentaires.

L'insecte a consommé surtout des Astéracées, des Poacées et des Brassicacées. Les espèces les plus représentatives dans le régime sont : *Hedypnois cretica* et *Picnomon acarna* (Astéracées), *Matthiola fruticulosa* (Brassicacées) et *Muscari comosum* (Liliacées). Ces plantes servent fréquemment de perchoirs aux *P. pachygaster* qui se tiennent immobiles tête en bas sur les tiges et les feuilles.

Un χ^2 sur des tableaux de contingence 2x2 comparant pour chaque station la fréquence d'une espèce sur le terrain et dans les fèces des jeunes (tableau 2a) montre que les quatre principales espèces ne sont pas nécessairement consommées en fonction de leur représentativité sur le terrain. Cet insecte a montré une préférence pour *M. fruticulosa*, *P. acarna* et *H. cretica*. Cette dernière représente près de 24 % de la consommation des jeunes (figure 2). Les mêmes données reprises dans un tableau de contingence 3x2 comparant pour les 3 stations la fréquence d'une espèce végétale sur le terrain ou dans les fèces des jeunes montrent que les quatre espèces sont présentes différemment dans les trois stations, le χ^2 est significatif au seuil de risque α de 0,01 (tableau 2b). Par contre ces mêmes espèces sont consommées dans les trois stations de la même

Tableau 1

Fréquence des espèces végétales dans les 3 stations ; estimation faite le 28.05.90 sur 20 prélèvements de 1 m² par station. Comparaison avec les épidermes contenus dans les fèces des jeunes et des adultes de *Praehippiger* *pachygaster*

Fréquences :	sur le terrain			dans les fèces des jeunes			dans les fèces des adultes	
	Stations			Stations			Stations	
	I	II	III	I	II	III	I	II
Renonculacées								
<i>Ranunculus arvensis</i> L.,			5,5					
Papavéracées								
<i>Glaucium corniculatum</i> (L.) J.H.Rudo.,	0,5	0,3	0,5					
<i>Papaver rhoeas</i> L.,	0,5	1,1	2,1			1,2		
Caryophyllacées								
<i>Herniaria hirsuta</i> L.,			3,4					
<i>Petrorhagia illyrica</i> (L.) P.W.Ba.et H,	0,5							
<i>Silene muscipula</i> L.,		0,5						
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke,	1	1,1	4,1	5,4	2,3			
Brassicacées								
<i>Bifora testiculata</i> (L.) Roth,	3,1	3,2	0,3					
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lag.Fossat,	1	0,5			2,3			
<i>Matthiola fruticulosa</i> (L.) Maire,	9,4	2,1	5,5	9,7	9	14		14
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.,		0,5	6,2					
<i>Sisymbrium crassifolium</i> Cav.,		1,6	0,3					
Résédacées								
<i>Reseda alba</i> L.,	3,1		7,1	3,2				
Fabacées								
<i>Lathyrus sphaericus</i> Ret.,	0,5	0,5	0,3					
<i>Medicago aculeata</i> Gaert.,			0,3					
<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal.,			3,4					
<i>Medicago polymorpha</i> L.,			0,3					
<i>Trigonella polycerata</i> L.,	3,1	2,1	0,7					
<i>Trigonella stellata</i> Forsk,			+					
<i>Vicia sativa</i> L.,	0,5	4,8	5,2					
Geraniacées								
<i>Erodium hirtum</i> (Forsk.) Willd.,			0,3					
Malvacées								
<i>Malva sylvestris</i> L.,			0,3			2,3		
Apiacées								
<i>Daucus carota</i> L.,		1,1	1,7					
<i>Eryngium campestre</i> L.,		0,5			3			4,8
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.,	0,5							
<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.,	1							
Orobanchacées								
<i>Orobanche crenata</i> Forsk.,		0,5						
Valerianacées								
<i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.,	6,3	0,5	7,2					
Boraginacées								
<i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tauch.,	0,5	0,5						
<i>Rochelia disperma</i> (L. fil) L.,	0,5							
Labiacées								
<i>Salvia verbenaca</i> L.,			0,3		1,5			2,4
Plantaginacées								
<i>Plantago lagopus</i> L.,		0,5						
Rubiaceées								
<i>Galium tricorntum</i> Dandy,	0,5							
Astéracées								
<i>Alyssum granatense</i> Boiss.et Reuter,	3,1		4,1					
<i>Anacyclus tomentosus</i> DC.,	1	1,6	5,5					
<i>Bombycilanea discolor</i> (Pers.) Lain.,	2,6		1					
<i>Carduncellus pinnatus</i> (Desf.) DC.,	0,5	1,6						
<i>Carduus pteracanthus</i> Dur.,			0,3					
<i>Carthamus pectinatus</i> Desf.,	0,5	0,5						2,4
<i>Centaurea alba tenoreana</i> (W.) Dos.,	0,5		2,8	0	3,8	7	4,8	9,5
<i>Centaurea pullata</i> L.,			1,4					
<i>Filago pyramidata</i> L.,	2,1	3,2						

Fréquences :	sur le terrain			dans les fèces des jeunes			dans les fèces des adultes	
	Stations			Stations			Stations	
	I	II	III	I	II	III	I	II
<i>Hedypnois cretica</i> (L.) DC.,	6,8	25	3,1	27	22	24	19	24
<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.,	0,5	0,5	0,3					
<i>Mantisalca salmantica</i> (L.) Briq. et av.,			0,7					
<i>Picnomon acarna</i> (L.) cass.,	1,6	4,8	0,3	11	3,8	12	24	
<i>Scolymus hispanicus</i> L.,	0,5		0,3			1,2		
<i>Scorzonera laciniata</i> L.,		0,5	0,7			3,5		
<i>Senecio vulgaris</i> L.,	3,1	2,1	4,1					
<i>Silybum eburneum</i> Cosson et Durieu,	1		5,2					
<i>Sonchus oleraceus</i> L.,	0,5	19	0,3					
<i>Tragopogon porrifolius</i> L.,	+							
<i>Xeranthemum inapertum</i> (L.) Muller			0,3					
Liliacées								
<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller,	20	4,8	5,2	1,1	3		9,5	
Iridacées								
<i>Gladiolus italicus</i> Miller,			2,8					
Poacées								
<i>Aegilops ovata</i> L.,		+						
<i>Aegilops triuncialis</i> L.,			1,4					
<i>Bromus madritensis</i> L.,			0,5					
<i>Bromus rubens</i> L.,	7,3	9,5	3,1	14	25	8,1		
<i>Desmazeria rigida</i> (L.) Tutin	4,2	1,1						
<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.,	6,3							
<i>Hordeum murinum</i> L.,	0,5	1,1	0,7					
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin,	4,2	1,6					14	14
Nombre total d'espèces	38	35	44					
Epidermes indéterminés				29	24	14	29	29

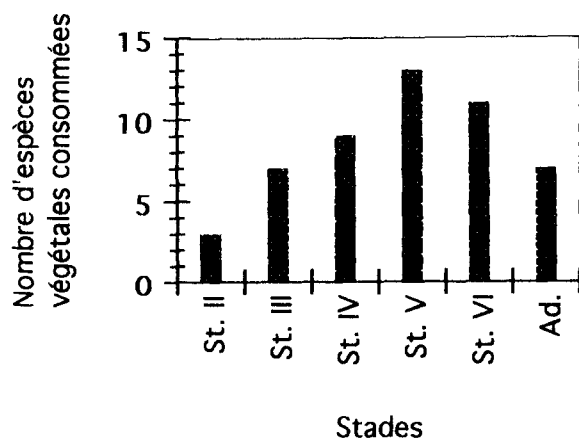


Figure 1.- Largeur du spectre alimentaire de *P. pachygaster* en fonction du stade de développement : Nombre total d'espèces de plantes déterminées dans les fèces.

façon par les jeunes ; on ne détecte pas de différence au seuil de risque α de 0,05.

Les Poacées prises dans leur ensemble sont bien représentées dans les trois stations, en moyenne 14 %. Un χ^2 comparant la famille sur le terrain et dans les fèces ne montre pas de différence significative sauf dans la station I où elle

est sous-consommée, χ^2 significatif $P=0,02$. Les Fabacées n'étaient fréquentes que dans la station III et n'ont été observées, dans les fèces, que chez les individus de cette station. Il n'y a pas de différence significative entre leur abondance sur le terrain et dans les fèces, $\chi^2 = 0,5$ $P=0,59$.

L'analyse du régime en fonction de la date des prélèvements (figures 3 a, b et c), montre que celui-ci varie au cours du développement. Les Poacées sont surtout consommées par les stades IV et V. Leur moindre importance chez les stades VI et adultes est lié au dessèchement des stations (figure 3a). Par contre les dicotylédones ont été consommées de la même manière par tous les stades (figure 3b).

Des grains de pollen apparaissent de plus en plus fréquemment dans les fèces à partir du 26 mai chez les derniers stades (figure 3c).

Les pollens, altérés par la digestion et la préparation sur lame, n'ont pu être identifiés avec exactitude. Il s'agit de pollen de Brassicacées, de Poacées et d'Astéracées. Sur le terrain nous avons observé des jeunes de *P. pachygaster* consommant des fleurs de *Centaurea*

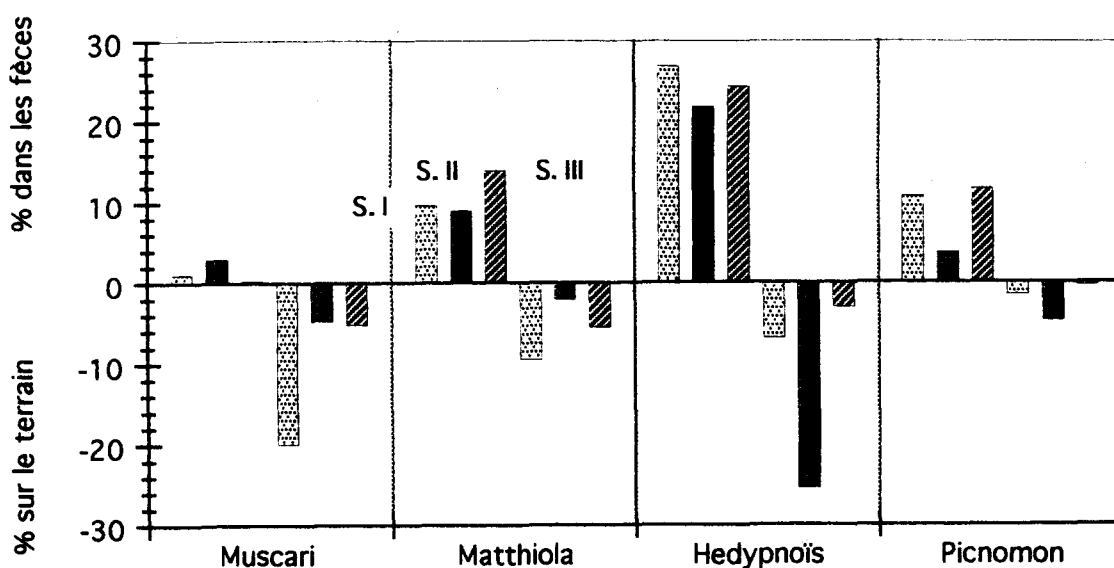


Figure 2.- Fréquences des espèces végétales consommées par les jeunes de *P. pachygaster*. Comparaison des fréquences sur le terrain et dans les fèces par un test de χ^2 d'homogénéité.

** différence hautement significative. SI= Station I.

Tableau 2a

Comparaison de la fréquence de quatre espèces végétales sur le terrain et dans les fèces des jeunes. Test χ^2 d'homogénéité pour chaque station. χ^2 sur un tableau de contingence 2X2

	Effectif espèce	Effectif autres	χ^2	P.
<i>Muscari comosum</i>				
Station 1 Terrain	38	153	17,14	0,0001
Fèces	1	92		
Station 2 Terrain	9	180	0,25	0,617
Fèces	4	129		
Station 3 Terrain	15	275	3,381	0,0659
Fèces	0	86		
<i>Matthiola fruticulosa</i>				
Station 1 Terrain	18	173	0,022	0,8829
Fèces	9	84		
Station 2 Terrain	4	185	6,49	0,0108
Fèces	12	121		
Station 3 Terrain	16	274	5,68	0,0172
Fèces	12	74		
<i>Hedypnois cretica</i>				
Station 1 Terrain	13	178	20,052	0,0001
Fèces	25	68		
Station 2 Terrain	48	141	0,374	0,5409
Fèces	29	104		
Station 3 Terrain	9	281	38,194	0,0001
Fèces	21	65		
<i>Picnomon acarna</i>				
Station 1 Terrain	3	188	10,062	0,0015
Fèces	10	83		
Station 2 Terrain	9	180	0,025	0,8754
Fèces	5	128		
Station 3 Terrain	1	289	25,894	0,0001
Fèces	10	76		

Tableau 2b

Comparaison entre les trois stations de la fréquence des espèces végétales sur le terrain ou dans les fèces des jeunes. χ^2 sur un tableau de contingence 3X2

	Terrain χ^2	P.	Fèces χ^2	P.	
<i>Muscari comosum</i>	36,05	0,0001	3,22	0,0754	0,1989
<i>Matthiola fruticulosa</i>	9,5	0,0086	1,45	0,2289	0,4829
<i>Hedypnois cretica</i>	64,56	0,0001	0,78	0,3764	0,6764
<i>Picnomon acarna</i>	11,92	0,0026	5,73	0,0168	0,0568

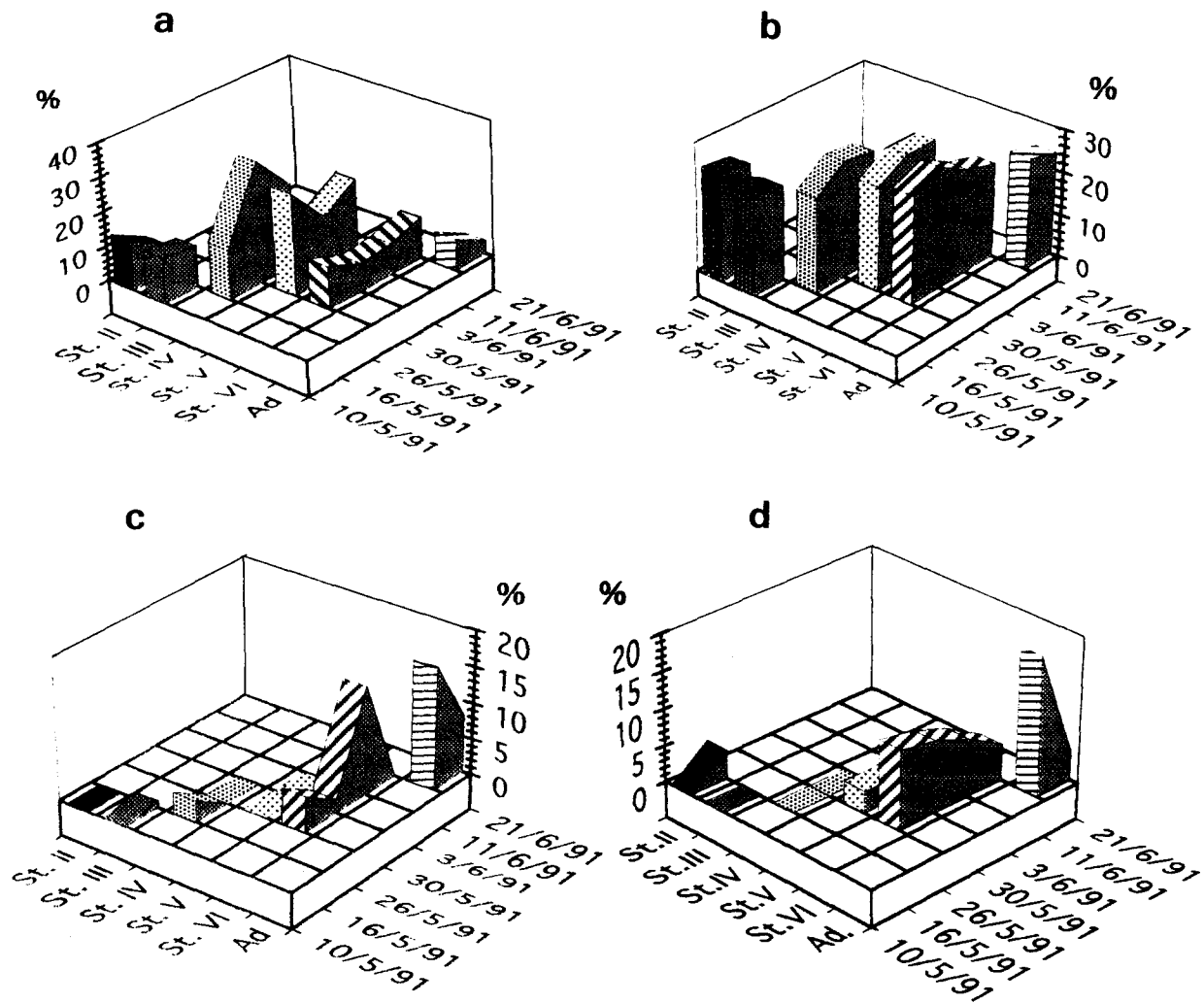


Figure 3.- Dénombrément dans les fèces, en fonction de la date de prélèvement et du stade de développement, des :

a- épidermes de Poacées
b- épidermes de Dicotylédones

c- grains de pollen
d- fragments de cuticules

alba, *Hirschfeldia incana* et *Rapistrum rugosum*, les fleurs et les fruits de *Muscari comosum* et *Reseda alba*.

Aliments d'origine animale

Des fragments de cuticules d'Arthropodes (pattes, antennes, pièces buccales, ailes, etc.) ont été observés dans les fèces de tous les stades, mais deviennent abondants à partir du 26 mai chez les stades VI et à partir du 11 juin chez les adultes (figure 3d). Ces fragments proviennent d'insectes de petite taille. Sur le terrain nous avons observé une femelle adulte de *P. pachygaster* consommer un mâle adulte d'*Ocneridia volxemi* (Orthoptera, Pamphaginae), proie relativement grosse (16-18 mm).

DISCUSSION

Praehippiger a pachygaster a un régime alimentaire varié, mais un tiers seulement des espèces végétales présentes sur les stations ont été observées dans les fèces, la plupart n'étant consommées qu'en faibles quantités. En dehors des Poacées, l'insecte a manifesté des préférences nettes pour trois des quatre plantes principales qui lui servent de perchoirs. L'expression de préférences sur le terrain n'est généralement analysée que sur une seule situation (CHARA *et al.*, 1986). La comparaison que nous avons faite entre trois jachères nous permet d'affirmer que *P. pachygaster* a des préférences relativement indépendantes de la représentation des plantes sur le terrain.

L'omnivorie a été signalée chez les Tettigoniides d'Afrique du Nord : *Amphiestris baetica* Ramb. et *Decticus albifrons* Fab. qui causent des dégâts sur les feuilles et les épis au stade laiteux des céréales et les genres *Praehippigerà*, *Ehippigerida*, *Eugaster* et *Steropleurus* qui sont cannibales en élevage. Ces derniers sont connus pour consommer des criquets et même des Pimelia. D'autres Tettigoniides fondamentalement herbivores comme les Méconéminés et les Conocéphalinés peuvent être accidentellement carnassiers.

Selon CHOPARD (1943), des Tettigoniides comme les Odontura se tiennent souvent sur les ombelles des Apiacées. *Eugaster nigripes* Chop. recherche surtout les fleurs et les gousses des Fabacées. *Uromenus brevicollis* Fisch. utilise les hampes florales des Asphodèles comme lieux de ponte.

L'augmentation du nombre de grains de pollen dans les fèces à la fin du développement juvénile coïncide avec la floraison de la plupart des plantes à partir du 26 mai. Nous pouvons faire deux hypothèses :

-l'insecte exploite de façon opportuniste une nouvelle source de nourriture qui devient abondante.

-les besoins physiologiques en relation avec la mue imaginale et la vitellogénèse font que l'insecte change de régime.

Le passage relativement brutal d'un régime purement phytophage à un régime de type omnivore au dernier stade suggère que la deuxième hypothèse est la plus vraisemblable. La consommation simultanée de pièces florales et de proies résulterait d'un choix actif pour les organes floraux riches en azote et glucides assimilables (DILLON et LOUVEAUX, 1987) alors que les protéines animales peuvent apporter un complément d'acides aminés indispensables (MATTSON, 1980 ; AL-ZUBAIDI et CAPINERA, 1983).

Ce type de compensation alimentaire est largement répandu. Il a été observé chez *Locusta migratoria* qui régule son apport en protéines et en carbohydrates pendant la phase de croissance somatique en sélectionnant ses aliments (CHYB et SIMPSON, 1990). *Blatella germanica* requiert une nourriture riche en azote au moment de la reproduction et investit jusqu'à 26% de son azote corporel dans ses oothèques (SLANSKY et RODRIGUEZ, 1987). OSAWA et WOODALL (1990), soulignent que *Wallabia bicolor* (Aphidae) change de plantes hôtes quand celles-

ci deviennent moins riches en azote.

Mais l'omnivorie peut également traduire un besoin en eau à un moment où le tapis végétal se dessèche rapidement. BEN HALIMA *et al.* (1984) ont montré que, dans la même situation, le criquet marocain élargit ses choix alimentaires. Des plantes auparavant refusées comme *Scorzonera pygmaea*, défavorable à la reproduction, sont consommées, semble-t-il, pour leur contenu en eau.

Les déplacements de *P. pachygaster* dans les cultures, où il se comporte comme un ravageur, peuvent avoir des causes diverses qui ne sont pas forcément exclusives :

- des perturbations comme la fauche, le pâturage ou le dessèchement précoce de la végétation.

- la recherche de supports que l'insecte utilise comme perchoirs, les tiges des céréales pouvant être perçues comme attractives.

- les besoins nutritionnels qui changent et poussent l'insecte à rechercher des ressources adaptées à sa physiologie.

Le passage des jachères aux cultures est facilité par la petite taille des parcelles imbriquées les unes dans les autres. Les pratiques culturales et pastorales ont souvent été mises en cause pour expliquer les pullulations d'acridiens (SKAF, 1972 ; FARROW, 1987 ; LOUVEAUX *et al.*, 1988), comme le criquet italien qui pullule principalement dans les luzernières mal entretenues et sur sol pauvre. Il est probable que c'est la pratique de la jachère mal travaillée qui permet à *P. pachygaster* d'être un ravageur des cultures.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement M J. ROUX (Univ. Paris -Sud) et K. BELOUED (I. N. A., Alger) pour la détermination des plantes, M. DONSKOFF (M.N. H. N., Paris) pour la vérification du matériel entomologique, S. E. DOUMANDJI (I. N. A., Alger) et J. GENERMONT (Univ. Paris-Sud) pour leurs remarques.

BIBLIOGRAPHIE

- AL-ZUBAIDI F.S. et CAPINERA J.L., 1983. Application of different nitrogen levels to the most plant and cannibalistic behaviour of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera, Noctuidae). *Envir. Ent.*, 112 : 1687-1689.
- BAILEY W.J. et RENTZ D.C.F., 1990. The Tettigoniidae. Biology, systematic and evolution. Bailey w.j. et Rentz d.c.f.(eds.), Imp. Grawford Housse Press Bathurst, 395p.
- BERNAYS E.A. et CHAPMAN R.F., 1970. Food selection by *Chortippus parallelus* (Zetterstedt) (Orthoptera, Acrididae) in the field. *J. Anim. Ecol.*, 39 : 383-394.
- BEN HALIMA T., GILLON Y. et LOUVEAUX A., 1984. Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thun., 1815) (Orthoptera, Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecol., Oec. Gen.*, 5(4) : 383-406.
- CHAPUIS J.L., 1980. Méthode d'étude du régime alimentaire du lapin de Garenne, *Oryctolagus cuniculus* (L.) par l'analyse micrographique des fèces. *La terre et la vie*, 34 : 159-198.
- CHARA B., BIGOT L. et LOISEL R., 1986. Contribution à l'étude du régime alimentaire d'*Omocestus ventralis* Zetterstedt, 1821 (Orthoptera, Acrididae) dans les conditions naturelles. *Ecol. Medit., T XII* (3-4) : 25-32.
- CHIFFAUD J. et GILLON Y., 1984. Relation entre niche trophique et habitat chez un peuplement de grillons, en mosaïque forêt-savane (Moyenne Côte d'Ivoire). *Acta Oecol., Oec. Gen.*, 5(1) : 53-62.
- CHOPARD L., 1943. Les Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Lechevalier P., Paris, 541 p.
- CHYB S. et SIMPSON S.J., 1990. Dietary selection in adult *Locusta migratoria*. *Ent. Exp. App.*, 56 : 47-60.
- DILLON J.C. et LOUVEAUX J., 1987. Pollen et gelée royale. *Cah. Nutr. Diet.*, 22(6) : 456-464.
- FARROW R.A., 1987. Effect of changing land use on outbreaks of tropical migratory locust, *Locustamigratori a migratorioides*. *Insec. Sci. Appl.*, 8(4, 5 et 6) : 969-975.
- FELLAOUINE R., 1989. La bioécologie des Orthoptères de la région de Sétif. Thèse de Magistère, I. N. A., Alger, 91 p.
- FENNI M., 1991. Etude phytosociologique des plantes messicoles de la région de Sétif. Thèse de Magistère, Univ. Sétif, Algérie, 127 p.
- HERCUS B.H., 1960. Plant cuticle as an aid to determining the diet of grazing animals. *Proc. 8th. Int. Grass. Cong.*, 433-447.
- LAUNOIS-LUONG M.H., 1975. L'alimentation du criquet migrateur *Locusta migratoria* (Sauss.) en phase solitaire à Madagascar : régime et effets. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Paris-Sud, Ministère de la coopération, 202 p.
- LOUVEAUX A., PEYRELONGUE J.Y. et GILLON Y., 1988. Analyse des facteurs de pullulation du criquet italien (*Calliptamus italicus* L.) en Poitou-Charentes. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 74(8) : 91-102.
- MATTSON W.J., 1980. Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11 : 119-161.
- NAKAGAKI B.J. et De FOLIART G.R., 1991. Comparison of diets for Mass-Rearing *Acheta domestica* (Orthoptera, Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *Jour. Econ. Ent.*, 84(3) : 891-896.
- OSAWA R. et WOODALL P.F., 1990. Feeding strategies of the swamp wallaby, *Wallabia bicolor*, on north strad broke Island, Queensland. I - Effect of seasonal changes in diet quality on intestinal morphology. *Aust. Wild. Resc.*, 17(6) : 623-632.
- QUEZEL P. et SANTA S., 1962-63. Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales, C. N. R. S. (Ed) T.1 et 2 , 1170 p.
- RIVAULT C. et CLOAREC A., 1991. Exploitation of food resources by the Cockroach *Blatella germanica* in an urban habitat. *Ent. Exp. App.*, 61 : 149-158.
- SINGH P. et MOORE R.F., 1984. Handbook of insect rearing. Singh and Moore (eds.), Vol., 1.
- SKAF R., 1972. Le criquet marocain au proche orient et sa grégarisation sous l'influence de l'homme. *Bul. Soc. Ecol.*, 3(3) : 247-325.

- SLANSKY F.JR. et RODRIGUEZ J.G., 1987. Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates : an overview, pp. 1-69 in Slansky F. Jr and Rodriguez J.G. (eds.), Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. Wiley, New York.
- TUTIN T.G. HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS M.S. et WEBB Q.A. Flora europea. Camb. Univ. Press ; -1964. Vol.1, 464 p., -1968. Vol.2, 454 p., -1972. Vol.3, 370 p., -1976. Vol.4, 505 p., -1980. Vol.5, 452 p.
-

Fitosociología aplicada al conocimiento de los herbazales : nuevo metodo para el calculo del valor forrajero

Antonio GARCIA-FUENTES* & Eusebio CANO-CARMONA*

RESUMEN

Los autores aplican el método fitosociológico al conocimiento de herbazales y aportan un nuevo método para el cálculo del valor forrajero. Con este método se conoce de forma rápida las comunidades con interés ganadero, diferenciándolas de las no ganaderas, interés pascícola/forrajero que surge de la comparación entre Vf y Vnf, cuyos valores se obtienen, en esencia, teniendo en cuenta el nuevo concepto de biovolumen y las especies forrajeras y no forrajeras.

PALABRAS CLAVE : fitosociología, herbazales, pastizales, valor forrajero

RESUME

Les auteurs utilisent la Phytosociologie pour la classification des herbages et ils apportent une méthode nouvelle pour en calculer la valeur fourragère. Avec cette méthode, ils peuvent déterminer, plus rapidement, la valeur des communautés végétales pour l'élevage, et par conséquent connaître celles qui n'ont pas de valeur pour l'élevage. La méthode se résume au calcul et à la comparaison des indices Vf et Vnf appliqués au concept de biovolume et aux espèces fourragères et non fourragères.

MOTS-CLES : phytosociologie, herbages, pâtures, valeur fourragère

ABSTRACT

The authors apply the Phytosociological method to the knowledge of pastures and provides a new method for the calculation of the fodder value, with which we can quickly differentiate between the communities of cattle and non cattle, also the interest pasturage/forage that come of the comparison between Vf and Vnf, whose values we obtain taking into account the new concept of biovolume and the forage and non forage species.

KEYWORDS : phytosociology, pastures, forage, fodder value

INTRODUCCION

Pastizales y herbazales representan gran importancia para la ganadería de un determinado territorio y por tanto para su economía, por ello trabajamos en el conocimiento de las diferentes comunidades de pastizal y herbazal. El área en la que venimos trabajando es en la provincia de Jaén y Córdoba, (territorio a caballo entre Andalucía Occidental y Oriental).

Existen numerosos trabajos en los que nos hemos basado para realizar nuestro estudio RIVAS GODAY & RIVAS MARTINEZ (1963), LADERO & al. (1981), PEINADO & al. (1985), PEINADO & al. (1986), PENAS & al. (1988), RIVAS GODAY

(1964), RIVAS MARTINEZ (1977), RIVAS MARTINEZ (1978), RIVAS MARTINEZ & IZCO (1977), CANO & VALLE (1988), CANO, MADRONA & VALLE (1990), VALLE & CANO (1991), FERNANDEZ ALES & al. (1991), LOPEZ CARRION & al. (1982), MARTIN BELLIDO & al. (1982), GARCIA & al. (1991), OLEA & al. (1991). Otros trabajos consultados son: RIVAS GODAY (1961), RIVAS GODAY (1967), RIVAS GODAY & COMENGE (1944), MARTINEZ DIEZ (1963), VOISIN (1962).

Los territorios estudiados se engloban en dos unidades : Sector Mariánico-Monquiquense de la provincia Luso-Extremadurese, y Sector Hispalense de la provincia Bética. Los materiales geológicos de la primera unidad se corresponden con pizarras paleozoicas, cuarcitas y granitos; este tipo de rocas han originado los siguientes suelos: Litosoles, Regosoles, Cambisoles eútricos, Arenosoles cámbicos, Phaeozens

* Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Ciencias Experimentales
UNIVERSIDAD DE JAÉN 23071-Jaén, España
Tfno.: 953-212159 Fax.: 953-212141

háplicos, Fluvisoles eútricos. Mientras que los materiales de la segunda unidad son areniscas rojas pobres en carbonatos, y otros materiales miocénicos de campiña del Guadalquivir, arenas, margas arcillosas, margas calcáreas, margas yesíferas, yesos. Estos materiales han originado los siguientes tipos de suelos: Litosoles calcáreos, Regosoles calcáreos, Cambisoles cálcicos, Cambisoles crómicos, Luvisoles crómicos, Luvisoles cálcicos, Vertisoles, Fluvisoles calcáreos y Solonchack órticos.

La zona tiene un ombroclima que oscila entre el semiárido para las zonas más orientales, que conectan con el sector Guadiciano-Bacense, y seco para gran parte del territorio (Andújar 564 mm), y subhúmedo (Rumblar, 654 mm, Centenillo, 656 mm, Fuencaliente 819 mm). El bioclima oscila entre el termomediterráneo superior con $I_t=370$ para Andújar, al mesomediterráneo superior con $I_t=231$ para Fuencaliente, de forma puntual se encuentra también el supramediterráneo en algunos lugares de las zonas periféricas del territorio estudiado.

Proponemos este trabajo para averiguar el valor forrajero de los pastos naturales, para ello hemos realizado un estudio de los factores ecológicos, así como de las comunidades vegetales, siguiendo el método fitosociológico suficientemente conocido, en dicho estudio obtenemos en tanto por ciento la cobertura vegetal de la fitocenosis para la parcela seleccionada, así como las coberturas parciales para cada especie; por otra parte se tomó la altura máxima de las especies, obteniéndose la media para la comunidad, se realizó a continuación un estudio florístico, que nos dio la biodiversidad de la fitocenosis, de igual forma se seleccionaron las plantas características de la comunidad y compañeras, puesto que cuanto mayor es el número de características y de su índice de abundancia-dominancia mayor es la estabilidad de la comunidad y de su duración en el tiempo ante una determinada actuación ganadera. El manejo de todos estos factores nos lleva a proponer un nuevo método para el cálculo del valor forrajero.

METODOLOGIA

El estudio fitosociológico se ha realizado según BRAUN-BLANQUET (1979). Conocidas las asociaciones estables de pastizal y herbazal presentes en el territorio, y su inclusión sintaxonómica en rangos superiores, hacemos una selección de dichas asociaciones con interés ganadero en base a la presencia y diversidad de especies forrajeras con altos coeficientes de abundancia dominancia así como a su biovolumen

relativo (figura 1), que hemos calculado a partir de los datos obtenidos en los muestreos de campo, cobertura media, altura media de la vegetación, superficie, etc.

El biovolumen se calcula utilizando un área unidad de $S=1m^2$ como parámetro constante, correspondiendo las variables a la altura media del pastizal o herbazal (hm) y a la cobertura media en % (Cm)

$$Bv = S * hm * Cm$$

Para obtener el I_m (índice de valor forrajero) hacemos uso de los coeficientes de abundancia-dominancia que hemos dado a cada especie en los inventarios, desechamos las especies con +, es decir, que únicamente se hallan presentes, y utilizamos los valores del 1 al 5 para aquellas especies que previamente hemos señalado como forrajeras, y por otro lado las no forrajeras, de tal forma que se obtiene la media de los índices de abundancia-dominancia correspondientes a las especies forrajeras para cada muestreo de una determinada comunidad (I_1, I_2, \dots, I_i). Así como para las no forrajeras (I'_1, I'_2, \dots, I'_i). Los índices de abundancia-dominancia son los empleados en el método fitosociológico, cuyo significado es el siguiente: 1 (presencia de individuos aislados sin o con muy escaso grado de cobertura); 2 (bastantes individuos pero con grado de cobertura pequeño, que corresponde a valores entre 30-50% de cobertura); 3 (bastantes individuos con un grado de cobertura del 50 al 60 %); 4 (muchos individuos que cubren del 60 al 75%); 5 (gran número de individuos que cubren más del 75%); no obstante en la metodología empleada utilizamos los valores numéricos y no porcentuales por ajustarse mejor al cálculo realizado.

$$I_m = \frac{I_n}{n}$$

Donde: I_n representa $I_1 + I_2 + I_3 \dots I_i$

$n = n^\circ$ de inventarios utilizados

El valor forrajero de la comunidad es directamente proporcional al I_m forrajero, puesto que cuanto mayor es I_m más abundantes son las buenas forrajeras (figura 2).

$$Vf = Bv * I_m$$

Atendiendo a esta sencilla fórmula la comunidad presentará Valor Forrajero cuando:

$$Vf \geq Vnf$$

En el estudio comparativo de nuestro

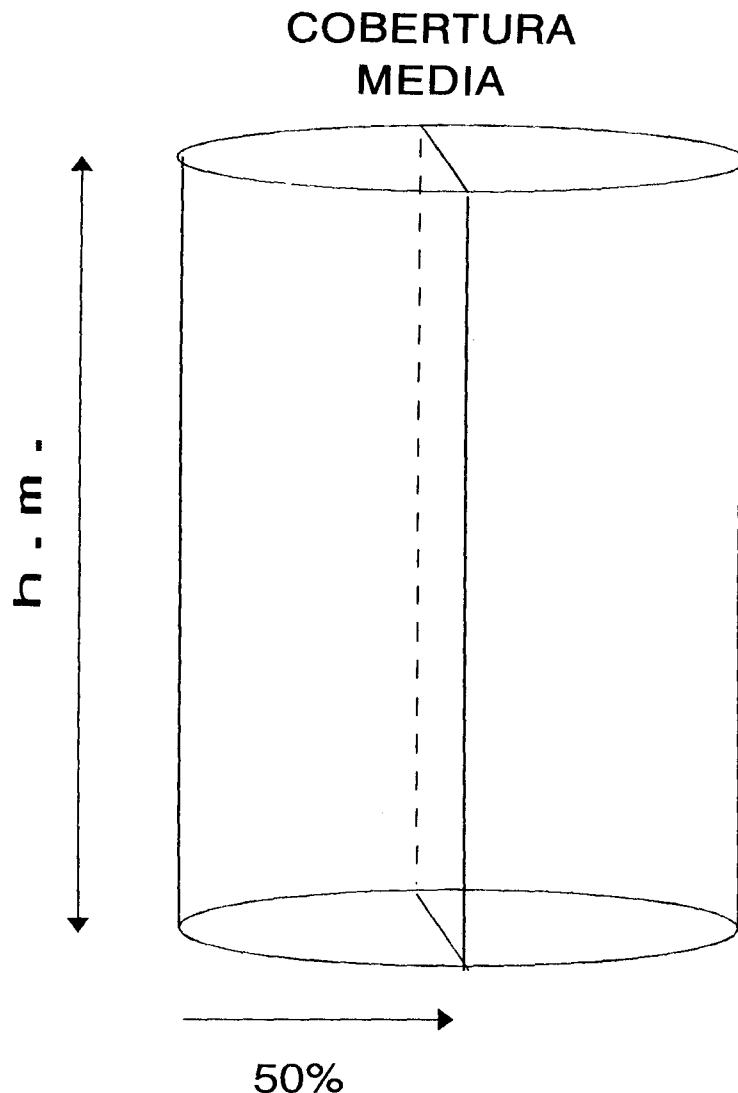


Figura 1.- Cilindro de Biovolumen

método con el propuesto por DAGET & POISSONET (1971), observamos que el índice de valor pastoral propuesto por estos autores, donde C_{si} = Contribución de cada especie a la biomasa total e I_{si} = Índice de calidad específica, que a nuestro juicio es válido, pero adolece de rapidez en el conocimiento de una comunidad, ya que el cálculo de biomasa es más laborioso que el biovolumen.

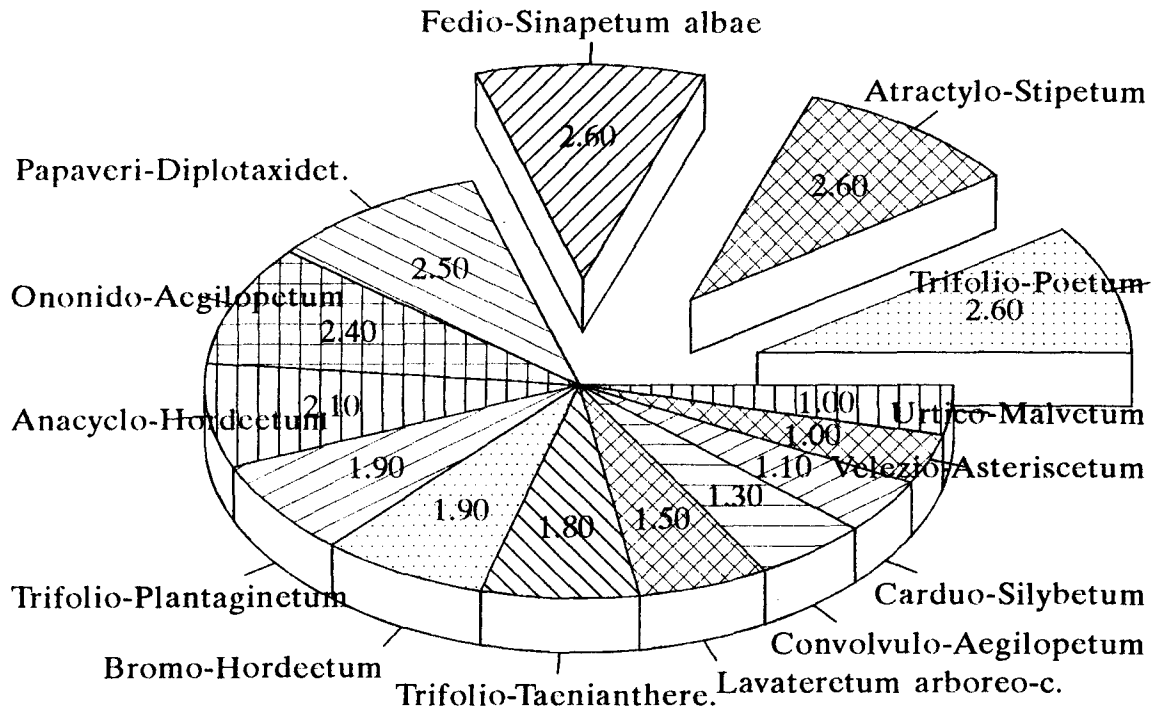
$$VP = \sum_{i=1}^n (C_{si} * I_{si}) * 100$$

Y aunque es cierto que parece poco riguroso el biovolumen, sin embargo al tomar para todas las parcelas la unidad de superficie y obtener la fórmula

$$Bv = S * hm * Cm$$

claramente se deduce que a mayor hm y Cm tanto mayor es Bv ; por otra parte los autores DAGET & POISSONET (1971), no introducen el parámetro biodiversidad, que consideramos esencial para fitocenosis naturales estables; nosotros hemos establecido un índice de valor forrajero I_m , partiendo de especies forrajeras, previo estudio de su valor nutritivo, palatabilidad etc, al igual que hacen los autores mencionados en su índice de calidad específico I_{si} , que ha sido aplicado por VACHER (1984) en Sierra Morena, pero como la comunidad vegetal presenta una determinada biodiversidad y distintas frecuencias entre especies buenas y malas forrajeras, es por lo que establecemos el I_m , el cual lleva implícito la biodiversidad y estabilidad de la comunidad, ya que se usan valores del índice de abundancia-dominancia.

Por tanto el valor forrajero no sólo está basado en la calidad del forraje como tal, sino



Asociaciones fitosociológicas según su índice Im (especies forrajeras)

Figura 2.- Asociaciones fitosociológicas con interés forrajero

también en su biovolumen y en el tiempo de uso por parte del ganado, pudiéndose definir Vf como el valor forrajero que presenta una comunidad siempre que la diversidad de individuos de calidad y abundancia de plantas de la misma especie sea alta, mientras que Vnf representa la otra cara de la moneda para especies no forrajeras.

En consecuencia el método empleado que está basado en los inventarios fitosociológicos, es bastante sencillo y rápido para detectar si una determinada comunidad tiene valor forrajero o no, puesto que en esencia está basado en el biovolumen, grado de cobertura y en la abundancia de buenas y malas forrajeras, la validez de este método depende de la previa selección de especies como forrajeras, en nuestro caso nos hemos basado en la bibliografía existente y en nuestras propias observaciones, no obstante es preciso

realizar investigaciones previas de cada individuo encaminadas a hacer estudios de análisis y observaciones con mayor número de especies, estudiándose: 1) Contenido total de proteínas, lípidos y carbohidratos asimilables (valor energético). 2) Materia seca. 3) Fibra vegetal. 4) Palatabilidad. 5) Ingestión, digestión, asimilación. 6) Otros principios activos. Una vez realizado este estudio preliminar, que deberá hacerse con todas aquellas especies que presenten altos coeficientes de abundancia-dominancia, se empleará nuestro método para saber si la comunidad presenta o no valor forrajero.

Por tanto el orden de investigación será el siguiente :

- a) Estudio fitosociológico de las comunidades ;
- b) Selección de comunidades con especies

que presenten altos coeficientes de abundancia-dominancia ;

- c) Análisis y observaciones ;
- d) Selección de especies con valor forrajero ;
- e) Cálculo del valor forrajero de la comunidad ;
- f) Detectadas la/s comunidad/es de mayor valor forrajero. (Hacer propuesta de obtención a través de la dinámica (figura 3), enmiendas etc.).

Significado de los términos utilizados :

Bv= Biovolumen ; S= Superficie ; hm= Altura media de las medias de la vegetación ; Cm= Cobertura media de las medias de la vegetación ; Im= Índice de valor forrajero ; I'm= Índice de valor no forrajero ; Vf= Valor forrajero ; Vnf= Valor no forrajero.

Las especies siguientes son consideradas como forrajeras, hecho comprobado en la bibliografía consultada (FERNANDEZ ALES & al. 1991), (DEMARQUILLY, C. & ALIBES, X. 1977), no obstante incluimos algunas plantas que son apetecidas por uno u otro tipo de ganado, según nuestras propias observaciones.

Bromus macrantherus, Bromus hordeaceus, Bromus rubens, Bromus madritensis, Bromus scoparius, Bromus diandrus, Bromus fasciculatus, Bromus intermedius, Bromus lanceolatus, Bromus rigidus, Bromus sterilis, Bromus tectorum, Lolium temulentum, Lolium perenne, Lolium rigidum, Avena barbata, Avena sativa subsp. macrantha, Avena sterilis, Cynodon dactylon, Cynosurus echinatus, Briza maxima, Poa bulbosa, Poa pratensis, Poa annua, Taeniatherum caput-medusae, Medicago arabica, Medicago minima, Medicago polymorpha, Trifolium campestre, Trifolium cherleri, Trifolium gemelum, Trifolium glomeratum, Trifolium hirtum, Trifolium lappaceum, Trifolium pratense, Trifolium repens, Trifolium resupinatum, Trifolium stellatum, Trifolium subterraneum, Vicia lutea, Vicia sativa, Papaver rhoeas, Raphanus raphanistrum, Diplotaxis siifolia, Diplotaxis catholica, Diplotaxis virgata, Sinapis alba, Aegilops geniculata, Stipa capensis (verde), Ornithopus compressus, Dactylis glomerata, Phalaris minor, Festuca paniculata, Coronilla repanda, Lotus conimbricensis, Gaudinia fragilis, Alopecurus bulbosus, Poa supina.

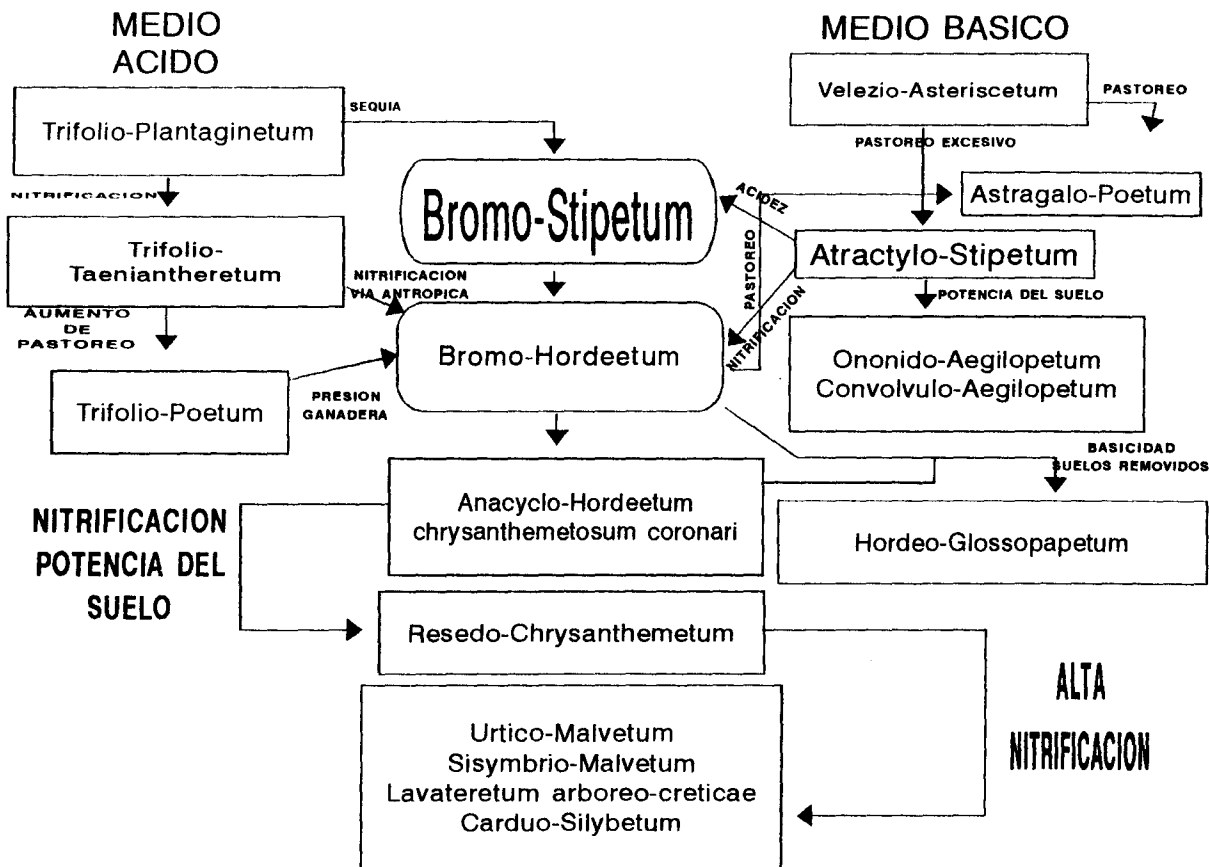


Figura 3.- Dinamica de las principales asociaciones de interes forrajero

RESULTADOS

1.- Ass. *Velezio-Asteriscetum aquaticae* Rivas Goday 1964

Comunidad inicial con grado de cobertura pequeño, que se localiza siempre sobre suelos más o menos carbonatados, arcillosos y desnudos. Son especies características, *Asteriscus aquaticus*, *Velezia rigida*, *Cleonia lusitanica*, *Ononis pubescens* y *Atractylis cancellata*. Asociación que ha sido puesta de manifiesto en los isleos calizos Luso-Extremadurenses y que hemos encontrado en el subsector Hispalense.

Análisis de resultados :

hm=13,5cm ; Cm=45 % ; Im=1 ;
I'm=1,8 ; Bv = 0,06 ; Vf = 0,06 ; Vnf =0,11

Puesto que Vf es menor que Vnf, y el índice I'm es casi el doble que el Im, esto indica la falta de especies forrajeras. No obstante es una asociación que por dinámica puede originar otras con poder forrajero.

2.- Ass. *Trifolio-Plantaginetum bellardii* Rivas Goday 1957

Asociación típica de litosuelos lavados que se localizan en los claros del *Genisto hirsutae-Cistetum ladaniferi* Rivas Goday 1955 em. Rivas Martínez 1979, y en los calveros de zonas adhesionadas del encinar correspondiente al *Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae* Rivas Martínez 1987. Se trata de comunidades terofíticas fugaces con altura media de 4,5 cm, y cobertura variable.

Análisis de resultados :

hm=4,5cm ; Cm=95 % ; Im=1,9 ; I'm=2 ;
Bv=0,04 ; Vf=0,08 ; Vnf=0,08

Comunidad en la que se observa que el índice Im es casi igual al I'm, con una ligera diferencia de 0,1 a favor del segundo, su biovolumen es muy bajo 0,04, debido a que la hm =4,5 es muy pequeña; esto nos lleva a establecer un valor forrajero (Vf =0,081) y no forrajero (Vnf =0,085), despreciando la última cifra hacemos Vf = Vnf; según estos resultados podemos admitir que la comunidad presenta un interés forrajero, hecho que se debe indudablemente a la presencia de *Trifolium cherleri*, *Trifolium campestre*, *Trifolium arvense*, *Trifolium stellatum* etc.

3.- Ass. *Trifolio subterranei-Poetum bulbosae* Rivas Goday 1964 nom. inv. Asociación de *Poa bulbosa*, *Trifolium*

subterraneum desarrollada sobre suelos silíceos de textura areno-limosa, que presentan su óptimo en el piso bioclimático mesomediterráneo de la provincia Luso-Extremadurensis.

Análisis de resultados :

hm =5,5 cm ; Cm =90% , Im =2,6 , I'm =1,1,
Bv =0,05 , Vf =0,13 Vnf =0,05

Comunidad de majadal en la que se observa como el índice de valor forrajero Im =2,6 es muy superior al no forrajero I'm =1,1,, así como Vf > Vnf, sin embargo su biovolumen es pequeño, indudablemente porque su hm =5,5 cm, es baja, en consecuencia el valor forrajero del majadal es grande debido a la gran abundancia de *Poa bulbosa*, *Trifolium subterraneum*, *Trifolium tomentosum*, *Trifolium glomeratum*, *Trifolium campestre* etc.. Para estas tres primeras fitocenosis se propone un pastoreo con ovino.

4.- Ass. *Trifolio cherleri-Taeniantheretum* Rivas Martínez & Izco 1977

Pastizal de terófitos de mediano porte que presenta gran número de gramíneas y tréboles, que se instalan sobre suelos algo nitrificados bien por pastoreo o por acción antropozooégena, siendo frecuentes las especies características *Trifolium cherleri*, *Taeniantherum caput-medusae*, junto a otras plantas de unidades sintaxonómicas superiores, *Bromus rubens*, *Bromus hordeaceus*, *Bromus sterilis*.

Análisis de resultados :

hm =20 cm ; Cm =94% , Im =1,8 , I'm =1,8,
Bv =0,19 , Vf =0,34 . Vnf =0,34

Comunidad de interés ganadero debido a la presencia de gran número de gramíneas y tréboles, observese como Vf =Vnf, fenómeno que se debe a que aunque presenta una alta diversidad florística de buenas forrajeras, también existen un alto número de transgresivas de *Tuberarietea guttatae* Br.-Bl. 1952 em. Rivas Martínez 1978 e incluso de *Ruderali-Secalietae* Br.-Bl. 1936 no forrajeras. Ganado caballar, vacuno y caprino.

5.- Ass. *Bromo scoparii-Hordeetum leporini* Rivas Martínez 1978

Comunidades de pastizal terofítico graminoides con fenología primaveral y con alto grado de cobertura, que se asienta en suelos compactos nitrificados, pero no demasiado profundos, con dominancia de *Hordeum leporinum*, *Plantago lagopus*, *Bromus scoparius*.

Análisis de resultados :

hm = 22 cm ; Cm = 90%, Im = 1,9, I'm = 1,2,
Bv = 0,2, Vf = 0,54, Vnf = 0,24

Comunidad de gran interés pascícola por la alta frecuencia de *Hordeum leporinum*, y especies del género *Bromus*, vease como Vf > Vnf e Im > I'm, pensamos que debería no incrementarse la nitrificación, pues dicha comunidad evolucionaría hacia el *Anacyclo radiati-Hordeetum leporini* subas. *chrysanthemetosum coronarii* O. Bolòs & Rivas-Martínez 1978, que pierde gran parte del poder forrajero.

6.- Ass. *Anacyclo radiati-Hordeetum leporini* O. Bolòs & Rivas Martínez in Rivas Martínez 1978

Herbazales de carácter viario en los que dominan las compuestas *Anacyclus radiatus* y *Anacyclus clavatus*, junto al *Hordeum leporinum* y al *Plantago lagopus*, que se enriquece en suelos con mayor nitrificación, profundos y frescos en *Chrysanthemum coronarium*, dando lugar a la subasociación *Chrysanthemetosum coronarii* O. Bolòs & Rivas Martínez 1978, que actúa de tránsito hacia los altos herbazales de *Resedo-Chrysanthemetum coronarii* O. Bolòs & R. Molinier 1958.

Análisis de resultados :

hm = 19 cm ; Cm = 90%, Im = 2,1, I'm = 1,6,
Bv = 0,17, Vf = 0,35, Vnf = 0,27

Comunidad que presenta su poder forrajero casi exclusivamente por la presencia del *Hordeum leporinum*, sin embargo la abundancia de *Anacyclus radiatus* y *Anacyclus clavatus* resta calidad forrajera a la comunidad, por ello las diferencias entre Vf y Vnf no son tan fuertes como *Bromo-Hordeetum leporinii*

7.- Ass. *Atractylo-Stipetum capensis* Cano, E., Valle, F. & Ladero, M. inéd.

Pastizal terofítico en el que domina *Stipa capensis*, que se desarrolla en litosoles calcáreos subnitrófilos, dentro de los pisos termo y meso superior, prefiriendo sitios soleados y secos, constituye una vicariante edáfica del *Bromo tectori-Stipetum capensis* Rivas Martínez & Izco 1977

Análisis de resultados :

hm = 20 cm ; Cm = 88%, Im = 2,6, I'm = 1,
Bv = 0,17, Vf = 0,45, Vnf = 0,17

En este caso Vf es muy grande con respecto a Vnf, así como Im con respecto a I'm, lo que implicaría un alto valor pascícola, hecho que se debe sobre todo a la abundancia de *Stipa capensis*, el valor pascícola de esta comunidad es óptimo si se realiza un pastoreo temprano, antes de que llegue *Stipa capensis* a fructificar, puesto que la naturaleza de las aristas que tiene el frutillo maduro es tal que no es apetecido al ganado, además estos pastizales se encuentran en vías de expansión, ya que los frutillos se clavan fácilmente en el suelo, y no existe un control de la comunidad por pastoreo.

8.- Ass. *Convolvulo neonanthi-Aegilopetum geniculatae* C. Bartolomé, Peinado, M., Martínez Parras, J. M^a, Alcaraz, F., Alvarez, J. & Marcelino de la Cruz 1989

Asociación descrita por BARTOLOME & al. (1989) para los vertisoles del sector Rondeño y que hemos encontrado en el valle del Guadalquivir, donde se dan suelos margo-arcillosos en los que se forman grandes grietas de retracción (carácter de vertisol), comunidad que se encuentra tanto en el piso termo como en el mesomediterráneo y que florísticamente viene representada por *Convolvulus neonanthus*, *Convolvulus tricolor*, *Aegilops geniculata*, *Anagallis arvensis*.

Análisis de resultados :

hm = 20 cm ; Cm = 68%, Im = 1,3, I'm = 1,7,
Bv = 0,13, Vf = 0,17, Vnf = 0,23

En el análisis de los resultados observamos que supera Vnf a Vf e I'm a Im, fenómeno que se debe a un fuerte incremento de *Convolvulus neonanthus* y *Convolvulus tricolor*, que no las hemos tomado como forrajeras de cara a la ganadería que nombramos, aunque a ciertas especies como el conejo y liebre les son muy apetecidas. Ganado caprino, vacuno y caballar.

9.- Ass. *Papaveri-Diploaxidetum virgatae* Rivas Martínez 1978

Herbazales termo y mesomediterráneos de distribución Bética, Manchega y Luso-Extremadura, propia de cultivos de secano, olivares y viñedos, que está ampliamente representada en los suelos margosos, margocalizos y arcillosos del subsector Hispalense, comunidad que contacta en los suelos netamente básicos con los herbazales de *Hordeo-Glossopapetum macroti*, Peinado, Martínez-Parras & Bartolomé 1986 y con *Fedio cornucopiae-Sinapetum albae* Peinado, Martínez-Parras & Bartolomé 1986

Análisis de resultados :

hm = 47 cm ; Cm = 86%, Im = 2,5, I'm = 1,6,
Bv = 0,41, Vf = 1,05, Vnf = 0,66

Es un alto herbazal como queda demostrado por su hm, con un grado de cobertura también alto, cuya Cm = 86%, se observa que existen unas grandes diferencias entre el índice de valor forrajero Im = 2,5 y el no forrajero I'm = 1,6, de igual forma Vf > Vnf, debiéndose a dos hechos, a un alto biovolumen y a la abundancia de *Diptotaxis* y *Papaver*. Ganado porcino, caballar y caprino.

10.- Ass. *Ononido crotalarioidis-Aegilopetum geniculatae* Peinado, Martínez-Parras & Bartolomé 1986

Herbazales frecuentes en el piso mesomediterráneo, con abundancia de *Aegilops geniculata*, siendo frecuentes también el *Trifolium campestre* y el *Trifolium cherleri*, asociación que se desarrolla sobre suelos básicos margosos y térmicos, siendo vicariante térmica del *Medicago-Aegilopetum geniculatae*.

Análisis de resultados :

hm = 24 cm ; Cm = 85%, Im = 2,4, I'm = 1,1,
Bv = 0,19, Vf = 0,48, Vnf = 0,22

Comunidades de interés ganadero por presentar altas frecuencias de *Aegilops geniculata* y especies del género *Trifolium*, vease como Im > I'm y como Vf > Vnf. Ganado caballar y caprino.

11.- Ass *Fedio cornucopiae-Sinapetum albae* Peinado, Martínez-Parras & Bartolomé 1986

Herbazales de fenología temprana que se instalan en olivares y bordes de caminos sobre suelos margosos y arcillosos de la campiña del Guadalquivir, formando comunidades con altas cantidades de *Sinapis alba*.

Análisis de resultados :

hm = 55 cm ; Cm = 90%, Im = 2,6, I'm = 1,3,
Bv = 0,5, Vf = 1,3, Vnf = 0,64

Altos herbazales con fuerte poder forrajero, el cual se debe fundamentalmente a que presenta la comunidad un gran biovolumen Bv = 0,5, siendo Im > I'm y Vf > Vnf. Caballar y caprino.

12.- Ass. *Urtico urentis-Malvetum parviflorae* (Kapp 1945) Lohmeyer in R. Tx. 1950

Hemos podido comprobar que en lugares próximos a pueblos y en cultivos de olivar en los que no se practica el laboreo, pero se abona con nitratos, surge una comunidad de *Malva neglecta* y *Urtica urens*, ocupando en algunos casos los biótupos más frescos que dejaron las comunidades de fenología anterior, correspondientes al *Linario hirtae-Galietum tricornuti* Rivas Goday 1964; esta comunidad de malváceas por incremento de nitrificación pasa al *Sisymbrio-Malvetum parviflorae* y este al *Lavateretum arboreo-creticae*.

Análisis de resultados :

hm = 43 cm ; Cm = 69%, Im = 1, I'm = 1,88,
Bv = 0,3, Vf = 0,3, Vnf = 0,5

Obsérvese como I'm (índice de valor no forrajero) es mayor que Im (índice de valor forrajero), por otra parte el valor no forrajero de la comunidad Vnf es superior al valor forrajero Vf, y es que la abundancia de *Malva neglecta* y *Urtica urens* hacen a este herbazal no apto para el ganado.

13.- Ass. *Lavateretum arboreo-creticae* (Br.-Bl. & Molinier 1935) Rivas-Martínez 1978

Asociación propia de zonas termófilas con abundante nitrificación, localizada en los pisos termo y mesomediterráneo de las provincias Catalano-Valenciano-Balear y Luso-Extremaduraense, litoral gaditano, así como en la provincia Bética.

Análisis de resultados :

hm = 54 cm ; Cm = 80%, Im = 1,5, I'm = 4,7,
Bv = 0,43, Vf = 0,65, Vnf = 2,03

Este herbazal carece de valor forrajero ya que Vf < Vnf, obsérvese la gran diferencia entre el valor forrajero y el no forrajero, así como el alto valor de I'm = 4,7 frente al Im = 1,5, fenómeno que se debe a la práctica ausencia de especies forrajeras.

14.- Ass. *Carduo bourgaeani-Silybetum mariani* Rivas-Martínez 1975

Se trata de cardunales desarrollados en vertederos, eriales y bordes de caminos muy nitrificados, indiferente edáfica y de amplia distribución, siendo sus elementos fundamentales *Carduus pycnocephalus*, *Carduus bourgaeanus* y *Silybum marianum*.

Análisis de resultados :

hm = 117 cm; Cm = 82%, Im = 1,1, I'm = 2,

$B_v = 0,96$, $V_f = 1,05$, $V_{nf} = 1,9$

Comunidad que presenta el mayor biovolumen de las que hemos estudiado, que sin duda se debe al alto valor de hm , puesto que la cobertura si bien es alta, se encuentra en la tónica general de las demás asociaciones, sin embargo no tiene valor forrajero puesto que $V_f < V_{nf}$ e $Im < I'm$. Las tres últimas comunidades carecen de utilidad ganadera.

CONCLUSIONES

Presentamos 14 asociaciones, de las cuales *Velezio-Asteriscetum aquaticae* carece de interés, el *Trifolio-Plantaginetum bellardii* presenta un pequeño interés pascícola, si presentan valor forrajero las asociaciones que van desde el número 3 al número 11, mientras que las tres restantes carecen también de interés como forrajes. Es evidente que las comunidades puras no o muy escasamente nitrificadas carecen de valor pascícola, así como aquellas que se instalan sobre medios excesivamente nitrificados, los cuales se obtienen bien por acción antrópica o antropozoógena, por tanto son las comunidades pertenecientes a la clase fitosociológica *Ruderali-Secalietae* Br.-Bl. 1936, y fundamentalmente las que pertenecen a las alianzas *Taenianthero-Aegilopion geniculatae* (Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963) Rivas-Martínez & Izco 1977 y *Hordeion leporini* Br.-Bl. (1931) 1947, así como los majadales de *Poetea bulbosae* Rivas Goday et Rivas-Martínez in Rivas-Martínez 1978, tienen importancia ganadera. Con el método propuesto se puede hacer una prospección rápida sobre si una comunidad de herbazal, pastos etc. tiene o no interés en ganadería, y además se puede deducir si dicha fitocenosis presenta más o menos duración al ser sometida a un determinado tipo de ganado e incluso ver la desviación del herbazal o pastizal respecto a su óptimo, como es la composición florística, por lo que se pueden practicar actuaciones, con el objetivo de mantenerla en buen estado de conservación.

BIBLIOGRAFIA

- BARTOLOME C., PEINADO M., MARTINEZ PARRAS J.M^a, ALCARAZ F., ALVAREZ J. & DE LA CRUZ M., (1989). Esquema sintaxonómico de la vegetación nitrófila de Andalucía (España). *IX Jornadas de Fitosociología. Univ. Alcalá de Henares.*
- BRAUN-BLANQUET, J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. *Ed. Blume. Madrid*
- CANO E. & VALLE F., (1988). Dinámica de los pastizales en la sierra de Andújar (Sierra Morena, Jaén). *Monografías del Instituto Pirenaico de Ecología* 463-468.
- CANO E., MADRONA M^a T^a. & VALLE F., (1990). Bioeconomía de los pastizales de Sierra Morena Oriental (Jaén). *Boletín de la Cámara Oficial de Comercio e Industria de la Provincia de Jaén* 67:35-40
- DAGET, PH. & POISSONET, J. (1971). Une méthode d'analyse phytologique des prairies. *Ann. Agrom.* 22(1):5-41
- DEMARQUILLY, C. & ALIBES ROVIRA, X. (1977). Tablas del valor nutritivo y alimenticio de los forrajes. *Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura.*
- FERNANDEZ ALES R., LEIVA M^a J. & LAFFARGA J. (1991). Los pastizales del campo de Gibraltar (Cádiz). Composición florística y calidad. *B. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)* 87(1-4):61-72
- GARCIA, R., MORO, A., PEREZ-PINTO, J.E., PEREZ-PINTO, T. & CALLEJA, A. (1990-1991). Composición botánica y producción de prados permanentes de montaña. *Pastos* 20-21(1-2):19-49
- LADEROM., SOCORROO., MOLERO J., LOPEZ M., ZAFRA M. L., GUADALUPE, HURTADO J., & PEREZ RAYA F., (1981). Algunas consideraciones sobre las comunidades nitrófilas de Granada (España). *Anales Jard. Bot. Madrid* 37(2):737-763
- LOPEZ CARRION, T., MARTIN BELLIDO, M., MORENO CRUZ, V., MARTIN JAVATO, J., GARCIA VILLALON, M. & GONZALEZ CRESPO, J. (1982). El método de los rangos en la composición botánica de los pastos de la dehesa. *An. INIA/Ser. Agric./nº* 18:19-28.
- MARTIN BELLIDO, M., LOPEZ CARRION, T., MARTIN JAVATO, J., MORENO CRUZ, V., GONZALEZ CRESPO, J., GUTIERREZ MARTIN, T. et GARCIA VILLALON, M. (1982). El método de los rangos para la evaluación de la disponibilidad de materia seca en pastos naturales y mejorados. *An. INIA/Ser. Agric./ nº* 17:77-89
- MARTINEZDIEZ, E. (1963). Método modificado de puntos para el análisis de la composición florística, cobertura y rendimiento en pastos naturales. *Informe I.N.I.A.*

- OLEA, L., PAREDES, J. & VERDASCO, M^a P. (1990-1991). Características y producción de los pastos de las dehesas del SO. de la Península Ibérica. *Pastos 20-21(1-2):131-156*
- PEINADO M., BARTOLOME C. & MARTINEZ PARRAS J. M^a, (1985). Notas sobre la vegetación nitrófila I. *Stvdia Bot. 4:27-33*.
- PEINADO M., MARTINEZ PARRAS J. M^a & BARTOLOME C., (1986). Algunas novedades fitosociológicas en Andalucía. *Stvdia Bot. 5:53-69*
- PENAS A., DIAZ T.E., PEREZ C., PUENTE E., GARCIA M.E. & TERRON A., (1988). Aportaciones al conocimiento de las comunidades de malas hierbas de cultivo en la provincia de León. *VI Jornadas de Fitosociología. Acta Bot. Barcinonensia 37:317-330*
- RIVAS GODAY, S. (1961). Los pastizales mediterráneos de España. *I Reunión S.E.E.P. Ponencia 2:1-16 Madrid*
- RIVAS GODAY S., (1964). Vegetación y flórua de la cuenca extremeña del Guadiana. *Publ. Excma. Dip. Prov. Badajoz 777 pp.*
- RIVAS GODAY, S. (1967). Los montes adehesados. Los majadales: Origen, evolución, óptimo y envejecimiento. *VII Reunión S.E.E.P : 17-40 Madrid.*
- RIVAS GODAY, S. & COMENGE, M. (1944). Valor sociotrofológico de los prados naturales. (Estudio de algunos prados naturales en la provincia de Madrid). *Anal. Real. Acad. Farmacia 10(1):35-64 Madrid*
- RIVAS GODAY S. & RIVAS MARTINEZ S., (1963). Estudio y clasificación de los pastizales españoles. *Ed. Ministerio de Agricultura. Madrid. 269 pp.*
- RIVAS MARTINEZ S., (1977). Datos sobre la vegetación nitrófila española. *Acta Bot. Malacitana 3:159-167*
- RIVAS MARTINEZ S. (1978). Datos sobre la vegetación nitrófila del *Chenopodium muralis*. *Acta Bot. Malacitana 4:71-78*
- RIVAS MARTINEZ S. & IZCO J., (1977). Sobre la vegetación terofítica subnitrófila mediterránea (*Brometalia rubenti-tectori*). *Anales Jard. Bot. Madrid 34(1): 355-381*
- VACHER, J. (1984). Analyse phyto et agro-écologique des dehesas pastorales de la Sierra Norte (Andalousie, Espagne). *Ecothèque méditerranéenne du CEPE/CNRS. Montpellier, 195 pp.*
- VALLE F. & CANO E., (1991). Bases para la mejora de pastizales en Sierra Morena Oriental. *Pastos XX-XXI (1-2)*
- VOISIN, A. (1962). Dinámica de los pastos. *Ed. Techos, S.A. Madrid*
- (Trabajo enmarcado en el proyecto de investigación del Instituto de Estudios Giennenses: «Estudio Fitosociológico de las malas hierbas del olivar en el valle del Guadalquivir (Jaén, España)».)
-

Análisis comparado de las comunidades primaverales de escarabeidos coprófagos (Col., Scarabaeoidea) del archipiélago balear¹

Analyse comparative des communautés printanières de scarabéidés coprophages (Col., Scarabaeoidea) des îles Baléares

Comparative analysis of the spring dung-beetle scarabeid communities (Col., Scarabaeoidea) from the Balearic Islands

Jorge M. LOBO* & Fermín MARTIN-PIERA²

RESUMEN

Se analiza la riqueza específica y la abundancia de las comunidades coprófagas primaverales de Scarabaeoidea, en los hábitats más representativos de las islas Baleares. Los datos permiten concluir que el patrón esencial de similitud entre las diferentes islas, responde a las mismas variables ambientales que el de otras áreas templadas de la Península Ibérica. Hay además una gran similitud entre las comunidades de zonas costeras (dunas y playas), debido a su pobreza generalizada y a la dominancia de *Scarabaeus semipunctatus* (F., 1792). Se constata una mayor similitud cualitativa entre la fauna de las Gimnéticas (Mallorca y Menorca) por un lado, y la de las Pitiusas (Ibiza y Formentera) por otro, pudiendo afirmarse que ésta última, es una fauna gimnética empobrecida. Finalmente, se argumenta que las comunidades locales de escarabeidos coprófagos de las islas Baleares, no están saturadas y que su estructura está condicionada, sobre todo, por el conjunto regional de especies que ha colonizado cada isla.

PALABRAS CLAVE : Islas Baleares, Scarabaeoidea, Coleoptera, diversidad

RESUME

La richesse spécifique et l'abondance des communautés coprophages printanières de Scarabaeoidea ont été analysées dans les habitats les plus représentatifs des îles Baléares. Les données permettent de conclure que le patron essentiel de similitude, entre les différentes îles, répond aux mêmes variables environnementales que celui d'autres régions tempérées de la Péninsule Ibérique. On note de plus, une grande similitude entre les communautés de zone cotière (dunes et plages) dûe à leur appauvrissement général et à la dominance de *Scarabaeus semipunctatus* (F., 1792). On observe une plus grande similitude qualitative entre la faune des Gimnéticas (Mallorca et Menorca), d'une part, et celle des Pitiusas (Ibiza et Formentera) d'autre part, ce qui permet d'affirmer que cette dernière est une faune gimnétique appauvrie. Finalement, les arguments permettant d'affirmer que les communautés locales de Scarabéidés coprophages des îles Baléares ne sont pas saturées, et que leur structure est conditionnée surtout par l'ensemble régional des espèces qui a colonisé chaque île, sont exposés.

MOTS CLÉS : Îles Baléares, Scarabaeoidea, Coleoptera, diversité

ABSTRACT

The specific richness and abundance of spring dung-beetle communities of Scarabaeoidea are analyzed in the most representative habitats of the Balearic archipelago. The data enable to conclude that the main pattern of similarity among the different islands, is determined by the same environmental constraints that those of the other temperate areas of the Iberian Peninsula. Furthermore, there is a great similarity among costland communities (dunes and beaches) due to the extreme scarcity of fauna and to the dominance of *Scarabaeus semipunctatus* (F., 1792). It may be verified a greatest qualitative faunistic similarity among Gimnéticas Islands (Mallorca and Menorca) on the one hand, and the Pitiusas Islands (Ibiza and Formentera) on the other; the last one is an impoverished gimnesic fauna. Finally, it is argued that the local communities of

* Dpto. de BIODIVERSIDAD (Entomología)
Museo Nacional de Ciencias Naturales (C.S.I.C.)
c/ José Gutiérrez Abascal, 2; 28006-MADRID (ESPAÑA)
Tf.: (341) 4111328; Ext.: 1107. FAX: (341) 5645078.

¹ Investigación financiada por el Proyecto FAUNA IBERICA-II ; D.G.I.C.Y.T.: PB89-0081

² El orden de los autores ha sido establecido al azar.

dung beetle Scarabaeoidea from the Balearic Islands, are not saturated and that its structure is mainly determined by the regional species pool which colonizes each island.

KEY WORDS : Balearic Islands, Scarabaeoidea, Coleoptera, diversity

INTRODUCCIÓN

La fauna de Scarabaeoidea coprófagos del archipiélago balear, ha sido recientemente revisada teniendo en cuenta los datos bibliográficos y museísticos existentes, así como diversas capturas y datos no publicados (MARTÍN-PIERA & LOBO, 1992). A pesar de este conocimiento, no existe ningún estudio que compare la composición de las comunidades de estos coleópteros entre diversas localidades del territorio balear y entre estas localidades y algunas peninsulares. Un trabajo de este tipo, requiere la realización de muestreos metodológicamente equivalentes que abarquen periodos faunísticamente similares. La realización de dos campañas de recolección en el archipiélago balear, promovidas por el Proyecto Fauna Ibérica, nos ha permitido disponer de datos susceptibles de ser aprovechados con este objetivo.

METODOLOGÍA

Los muestreos de las dos campañas de recolección, se realizaron durante la primera quincena de mayo de 1989 en la isla de Mallorca y durante la segunda quincena de marzo de 1990 en las islas de Menorca, Ibiza y Formentera. En estas dos últimas y en Mallorca, se recolectó material por todo el territorio mediante trampas de caída con cebo (LOBO *et al.*, 1988 y VEIGA, *et al.*, 1989) situadas, preferentemente, en localidades con una escasa cobertura vegetal. Las desfavorables condiciones climatológicas reinantes en Menorca durante todo el período de muestreo, impidieron el uso de las trampas, por lo que las muestras hubieron de obtenerse por captura directa, mediante un esfuerzo equivalente en 11 puntos de muestreo. Se consideró como unidad muestral cada trampa de caída (durante 48 h.) y cada recolección manual efectuada en

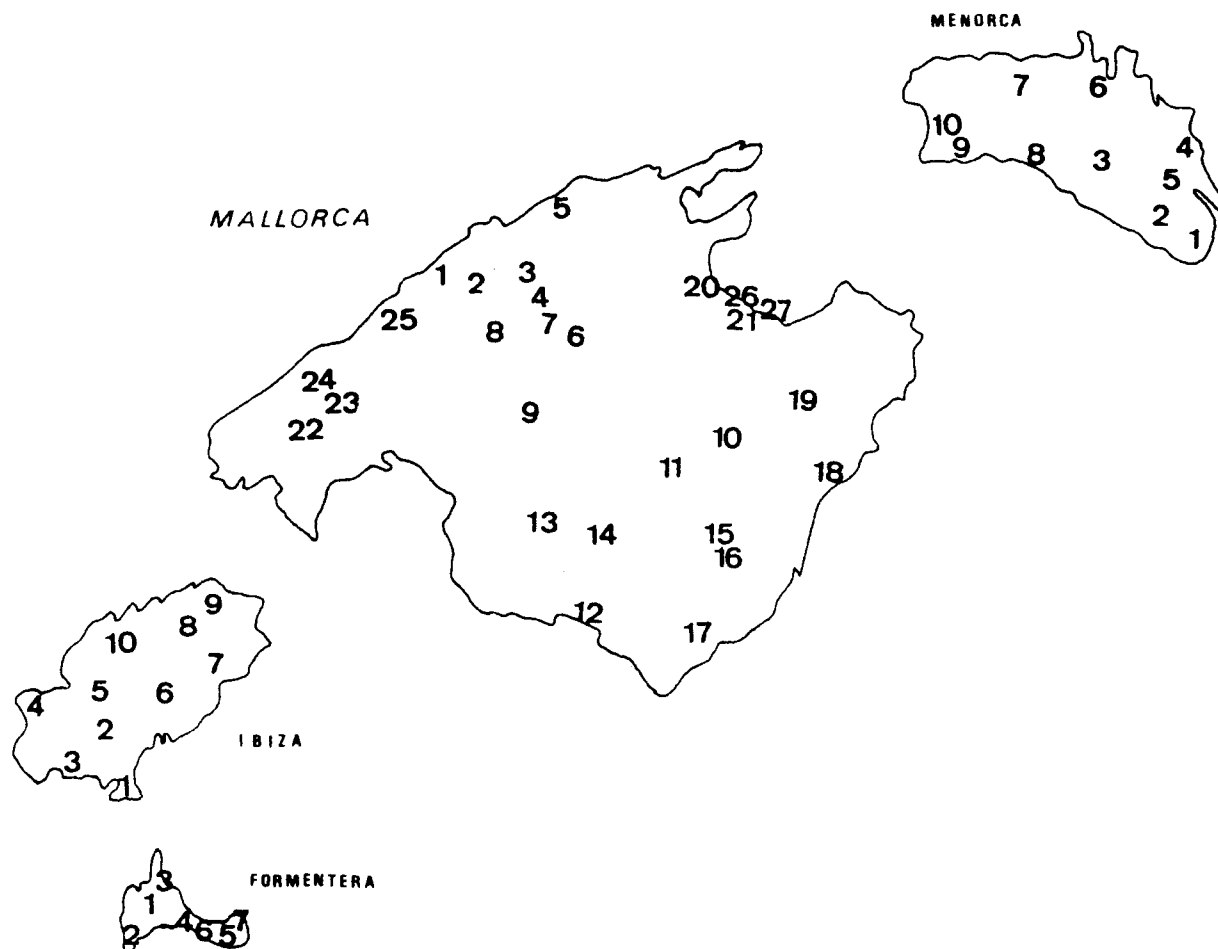


Figura 1.- Situación geográfica de las distintas localidades de muestreo. Los números corresponden a las unidades muestrales señaladas en las Tablas I (Mallorca) y II (Menorca, Ibiza y Formentera).

una área homogénea de unos 100 m², tomándose como criterio de muestreo aproximado la obtención de, al menos, una unidad muestral cada 100 km² de superficie. La situación

geográfica y la descripción de cada una de las unidades muestrales se recoge en la figura 1 y en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1

Localización de las unidades muestrales ubicadas en la isla de Mallorca, coordenadas U.T.M. de las mismas, altitud en metros, tipo de hábitat (EX= expuesto, sin cobertura vegetal. CE = cerrado, con densa cobertura vegetal), fecha y tipo de captura (con trampa o manual).

MALLORCA

N° LOCALIDAD	U.T.M.	ALTITUD	HABITAT	FECHA	CAPTURA
1 El Port	31SDE7405	125 m	EX cultivo	6-8/V/89	trampa
2 Ses Barques	31SDE7604	350 m	EX cultivo	6-8/V/89	trampa
3 Son Torrella	31SDE8205	730 m	CE encinar	6-8/V/89	trampa
4 Cuber	31SDE8304	680 m	EX pastizal	6-8/V/89	trampa
5 Sa Calobra	31SDE8510	4 m	EX arenal	6-8/V/89	trampa
6 Lloseta	31SDD8998	170 m	EX cultivo	6-8/V/89	trampa
7 Aumedrá	31SDE8601	280 m	EX pastizal	6-8/V/89	trampa
8 Orient	31SDD8099	450 m	EX cultivo	6-8/V/89	trampa
9 Sta. Eugenia	31SDD8688	160 m	EX cultivo	6-8/V/89	trampa
10 Petra	31SED1085	170 m	EX cultivo	6-8/V/89	trampa
11 Montuiri	31SDD9677	210 m	EX cultivo	6-8/V/89	trampa
12 Es Trenc	31SDD9857	0 m	EX dunas	7-9/V/89	trampa
13 Lluchmayor	31SDD8864	80 m	EX cultivo	7-9/V/89	trampa
14 Lluchmayor	31SDD9666	130 m	EX cultivo	7-9/V/89	trampa
15 Felanitx	31SED0773	110 m	EX cultivo	7-9/V/89	trampa
16 San Salvador	31SED1568	370 m	CE pinar	7-9/V/89	trampa
17 Santañy	31SED1160	80 m	EX cultivo	7-9/V/89	trampa
18 Porto Cristo	31SED2876	90 m	EX cultivo	7-9/V/89	trampa
19 San Lorenzo	31SED2386	280 m	EX cultivo	7-9/V/89	trampa
20 S'Albufera	31SEE1004	40 m	EX cañaveral	7-9/V/89	trampa
21 Ca'n Picafort	31SEE1301	0 m	EX dunas	7-9/V/89	trampa
22 Capdellá	31SDD5885	150 m	EX cultivo	8-10/V/89	trampa
23 Puigpuñent	31SDD6088	450 m	EX pastizal	8-10/V/89	trampa
24 Puigpuñent	31SDD5887	450 m	CE encinar	8-10/V/89	trampa
25 Deia	31SDD7000	240 m	EX cultivo	8-10/V/89	trampa
26 Ca'n Picafort	31SEE1301	0 m	EX dunas	9-11/V/89	trampa
27 Ca'n Picafort	31SEE1301	0 m	EX dunas	9-11/V/89	trampa

Entre ambos muestreos, se tomaron un total de 68 unidades muestrales en todo el archipiélago (35 en Mallorca, 11 en Menorca, 15 en Ibiza y 7 en Formentera). Sin embargo, 14 de estas unidades muestrales no permitieron capturar fauna alguna, por lo que no han sido consideradas en el análisis de los datos (Tabla 3). Estas unidades muestrales consistieron en trampas de caída cebadas, en ocasiones, con otros atrayentes distintos al excremento y dispuestas, generalmente, en hábitats en los que la presencia de Escarabeidos coprófagos está fuertemente restringida (hábitats con densa cobertura forestal o zonas arenosas: playas y dunas). De este modo, los datos efectivos proceden de 54 unidades muestrales, de las que 45 fueron trampas de caída cebadas con 1.000 gr de excremento de vaca (Tablas 1 y 2) y 9, se obtuvieron directamente sobre excremento, con un esfuerzo equivalente de muestreo.

RESULTADOS

Como resultado de este esfuerzo de trampeo, se recolectaron un total de 1.457 individuos pertenecientes a 25 especies. Ello representa, aproximadamente, el 74% del total de la fauna de Scarabaeoidea coprófagos que se supone habita actualmente el archipiélago (MARTÍN-PIERA & LOBO, 1992). Este alto porcentaje, avala las comparaciones cualitativas realizadas entre los inventarios de las distintas localidades.

En las Tablas 4 y 5 se desglosan las especies capturadas en cada una de las localidades, así como su abundancia. Utilizando estos inventarios, se obtuvieron dos matrices de similitud: una utilizando el índice de disimilitud de BRAY-CURTIS, recomendado por BEALS (1984), y otra basada sólo en datos cualitativos (presencia-

Tabla 2

Localización de las unidades muestrales ubicadas en las islas de Menorca, Ibiza y Formentera, coordenadas U.T.M. de las mismas, altitud en metros, tipo de hábitat (EX= expuesto, sin cobertura vegetal. CE = cerrado, con densa cobertura vegetal), fecha y tipo de captura (con trampa o manual).

MENORCA						
N°	LOCALIDAD	U.T.M.	ALTITUD	HABITAT	FECHA	CAPTURA
1	Alcaufar	31SFE0910	50 m	EX cultivo	26/III/90	manual
2	San Clemente	31SFE0216	90 m	EX pastizal	26/III/90	manual
3	Mercadal	31SEE9424	110 m	EX pastizal	26/III/90	manual
4	S'Albufera	31SFE0724	5 m	EX dunas	27-29/III/90	trampa
5	Mahón	31SFE0621	40 m	EX pastizal	27/III/90	manual
6	Fornells	31TEE9534	10 m	EX pastizal	27/III/90	manual
7	Alcarleta	31TEE8532	80 m	EX pastizal	27/III/90	manual
8	San Aldeodato	31SEE8921	90 m	EX pastizal	28/III/90	manual
9	Son Saura	31SEE7520	0 m	EX playa	28-29/III/90	trampa
10	Son Olivaret	31SEE7322	20 m	EX pastizal	28/III/90	manual
IBIZA						
1	La Canal	31SCD5901	10 m	EX dunas	18-20/III/90	trampa
2	Ca'n Parreta	31SCD5809	180 m	EX matorral	18-20/III/90	trampa
3	Es Cubells	31SCD5205	150 m	EX pastizal	19-23/III/90	trampa
4	Ca'n Cala Bassa	31SCD4615	15 m	EX dunas	19-23/III/90	trampa
5	S. Antonio-S. Rafael	31SCD5615	70 m	EX cultivo	19-23/III/90	trampa
6	Eivissa-S. Miquel	31SCD6514	100 m	EX cultivo	19-23/III/90	trampa
7	Sta. Eulalia-S. Carles	31SCD7619	40 m	EX cultivo	19-23/III/90	trampa
8	S. Miquel-S. Joan	31SCD6525	170 m	EX pastizal	19-24/III/90	trampa
9	Cala Portinatx	31SCD7129	90 m	EX pastizal	19-24/III/90	trampa
10	S. Mateu-Sta. Agnes	31SCD5923	190 m	EX pastizal	19-24/III/90	trampa
FORMENTERA						
1	San Francisco Javier	31SCC6843	40 m	EX cultivo	21-23/III/90	trampa
2	Cap de Barbaria	31SCC6382	100 m	EX pinar	21-23/III/90	trampa
3	Punta Prima	31SCC6687	10 m	EX dunas	21-23/III/90	trampa
4	Platja de Migjorn	31SCC6981	10 m	EX dunas	21-23/III/90	trampa
5	La Mola	31SCC7380	140 m	EX pastizal	21-23/III/90	trampa
6	Es Caló	31SCC7081	80 m	EX pastizal	21-23/III/90	trampa
7	Ntra. Sra. del Pilar	31SCC7580	100 m	EX pastizal	21/III/90	manual

ausencia) utilizando el índice de Jaccard, recomendado por JANSON & VEGELIUS (1981). Sobre estas matrices se realizaron distintos análisis de agrupamiento («Cluster analysis»), utilizando varias estrategias: UPGMA («Unweighted pair-group method»), WPGMA («Weighted pair-group method») y «Complete-link method». Los grupos mencionados en el texto, son los de más alto nivel comunes a las tres estrategias, aunque solo se han representado gráficamente los análisis realizados con la estrategia UPGMA. Estos

análisis de agrupamiento se han efectuado utilizando el programa NTSYS-pc, versión 1.70 (ROHLF, 1992)

Como se observa en la figuras 2 y 3, los inventarios de las distintas unidades muestrales conforman una serie de grupos fundamentales. Por un lado se aglutinan todos aquellos inventarios obtenidos en hábitats con densa cobertura forestal (grupo A, hábitats cerrados). Estas zonas, todas ellas mallorquinas, corresponden a encinares

Tabla 3

Relación de unidades muestrales que no capturaron fauna y su localización geográfica, coordenadas U.T.M., altitud en metros, tipo de hábitat, fecha de captura y tipo de cebo atrayente utilizado

LOCALIDAD	U.T.M.	ALTITUD	HABITAT	FECHA	CEBO
MALLORCA					
Es Trenc	31SDD9857	0 m	dunas	9-11/V/89	vacuno
Es Trenc	31SDD9857	0 m	dunas	9-11/V/89	calamar
Es Trenc	31SDD9857	0 m	pinar sobre dunas	9-11/V/89	vacuno
Es Trenc	31SDD9857	0 m	pinar sobre dunas	9-11/V/89	vacuno
Es Trenc	31SDD9857	0 m	pinar sobre dunas	9-11/V/89	calamar
Sa Guitarreta	31SDD9362	60 m	interior cueva	9-11/V/89	vacuno
Sa Guitarreta	31SDD9362	60 m	interior cueva	9-11/V/89	vacuno
Sa Guitarreta	31SDD9362	60 m	interior cueva	9-11/V/89	murcielagina
MENORCA					
Sa Roca	31SEE9828	160 m	encinar	26-29/III/90	vacuno
IBIZA					
La Canal	31SCD5901	0 m	pinar sobre dunas	18-20/III/90	vacuno
Atalayasa	31SCD5108	470 m	pinar	18-20/III/90	vacuno
S ^a Malacosta	31SCD7328	310 m	pinar	19-24/III/90	vacuno
S ^a Malacosta	31SCD7328	310 m	pinar	19-24/III/90	vinagre
S ^a Malacosta	31SCD7328	310 m	pinar	19-24/III/90	carne

Tabla 4

Número de ejemplares capturados de las distintas especies, en cada una de las unidades muestrales ubicadas en la isla de Mallorca. Los números de las zonas se corresponden con las localidades señaladas en la Tabla 1. N = Abundancia, S = Riqueza.

MALLORCA

Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Total
<i>Scarabaeus semipunctatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1	30
<i>S. laticollis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Gymnopleus sturmi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Copris hispanus</i>	0	0	0	1	0	4	5	6	2	4	2	0	0	1	0	0	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	31
<i>Bubas bison</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Buoniticellus fulvus</i>	0	0	0	2	0	0	0	2	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
<i>E. pallipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Onthophagus taurus</i>	17	17	0	2	6	23	6	28	32	3	20	1	9	8	8	5	8	36	2	8	0	19	15	0	0	0	0	273
<i>Aphodius elevatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>A. icter. ghardimaouensis</i>	0	0	0	0	0	5	2	1	44	3	0	0	0	1	0	0	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
<i>A. longispina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>A. lineolatus</i>	0	1	0	10	0	42	7	73	5	0	1	0	1	0	0	0	2	1	6	0	0	4	1	0	0	0	0	154
<i>A. ibericus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5
<i>A. foetidus</i>	0	5	0	1	0	0	2	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	18
<i>A. granarius</i>	0	4	0	11	0	3	2	9	3	5	3	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	46
<i>A. quadriguttatus</i>	0	0	0	2	0	45	21	2	23	0	11	0	3	1	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114
<i>A. lividus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>A. hydrochaeris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pleurophorus caesus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Trox hispidus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	8
Total N	18	27	3	30	6	123	45	125	115	17	42	27	17	13	17	8	32	44	13	8	2	26	18	4	1	2	1	784
Total S	2	4	2	8	1	7	7	8	8	6	8	2	7	6	4	3	7	8	6	1	2	5	4	2	1	1	1	20

(3M y 24M) o pinares (16M) y se caracterizan por la pobreza de capturas y la presencia de *Trox hispidus* (Pontoppidan, 1763) o *Aphodius ibericus* Harold, 1874, la primera de hábitos queratinófagos. Desde el punto de vista cualitativo, se añaden a este grupo otras unidades muestrales mallorquinas caracterizadas también por la pobreza de sus capturas: cañaverales (20M), arenales (5M) y campos de cultivo (1M) (figura 3).

Un segundo grupo (grupo B), es aquél que reúne a las unidades muestrales procedentes de las zonas de duna o playa de Mallorca, Ibiza y Formentera, caracterizadas asimismo por su pobreza y por la presencia común de *Scarabaeus semipunctatus* (F., 1792) (12M, 21M, 26M, 27M, 1I, 3F). Algunas unidades muestrales ubicadas en estos hábitats se agrupan de forma residual (4I; figura 2) y otras que, apenas o nunca capturan *S. semipunctatus*, se caracterizan por ser inventarios empobrecidos respecto de las

Tabla 5

Número de ejemplares capturados de las distintas especies, en cada una de las unidades muestrales ubicadas en las islas de Menorca, Ibiza y Formentera. Los números de las zonas se corresponden con las localidades señaladas en la Tabla 2. N = Abundancia, S = Riqueza.

MENORCA

Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
<i>Scarabaeus semipunctatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>S. laticollis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Copris hispanus</i>	2	0	1	0	1	2	3	0	0	1	10
<i>Bubas bison</i>	0	5	10	0	6	3	5	4	0	12	45
<i>Euoniticellus fulvus</i>	0	10	2	0	2	12	3	11	0	5	45
<i>E. pallipes</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Onthophagus taurus</i>	0	3	3	0	5	7	1	5	0	0	24
<i>Aphodius granarius</i>	5	1	3	0	0	8	8	20	0	0	45
<i>A. mayeri</i>	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	5
<i>A. lineolatus</i>	3	22	4	0	5	9	4	29	0	0	76
<i>A. foetidus</i>	0	5	0	0	3	6	1	12	0	2	29
<i>A. fimetarius</i>	0	0	8	0	0	3	4	6	0	0	21
<i>A. immundus</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>A. hydrochaeris</i>	13	8	5	2	16	17	1	9	40	19	130
<i>Brindalus porcellis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Total N	23	56	37	4	38	73	30	97	40	40	438
Total S	4	9	9	3	7	12	9	9	1	6	15

IBIZA

Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
<i>Scarabaeus semipunctatus</i>	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Copris hispanus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	5
<i>Bubas bison</i>	0	0	1	1	0	6	1	2	2	1	14
<i>Aphodius lineolatus</i>	2	4	20	0	37	13	2	2	16	13	109
<i>A. granarius</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	5	4	12
<i>A. hydrochaeris</i>	0	1	2	0	1	5	0	2	4	1	16
Total N	21	5	23	2	39	26	3	7	30	19	175
Total S	2	2	3	2	3	5	2	4	5	4	6

FORMENTERA

Zonas	1	2	3	4	5	6	7	Total
<i>Scarabaeus semipunctatus</i>	0	0	5	0	0	0	0	5
<i>Bubas bison</i>	3	0	0	0	2	0	9	14
<i>Aphodius lineolatus</i>	3	0	0	0	4	2	6	15
<i>A. granarius</i>	0	2	0	0	0	0	3	5
<i>A. hydrochaeris</i>	9	2	0	1	1	2	0	15
<i>A. leucopterus</i>	0	0	6	0	0	0	0	6
Total N	15	4	11	1	7	4	18	60
Total S	3	2	2	1	3	2	3	6

unidades muestrales dispuestas en zonas aledañas, con escasa cobertura vegetal (4m, 9m y 4F; figura 3).

Un tercer grupo incluye las unidades muestrales mallorquinas procedentes de hábitats sin cobertura forestal (hábitats expuestos): pastizales, campos de cultivo, etc. (grupo C1, figura 2). Desde el punto de vista cualitativo se mantiene este agrupamiento, aunque en este caso

se distancian del grupo las unidades muestrales más pobres (1M, 5M, 20M o 25M), y las procedentes de dunas o zonas con densa cubierta forestal (figura 3). Este grupo se asocia, desde el punto de vista cualitativo, con las unidades muestrales menorquinas de hábitats también expuestos. Todos los inventarios de las localidades menorquinas, excepto los de las tres más pobres (1m, 4m y 9m) forman un grupo estrechamente relacionado con el mallorquín anterior (grupo C1; figura 3).

El cuarto grupo está compuesto por aquellas unidades muestrales de las localidades de Ibiza y Formentera que no aparecen en los grupos anteriores (grupo C2; figura 3). Desde el punto de vista cuantitativo (figura 2), las unidades muestrales de estas islas se aglutinan con las menorquinas, debido a que comparten algunas especies que son capturadas en abundancia: *Aphodius hydrochaeris* (F., 1781), *A. lineolatus* Illiger, 1803 o *Bubas bison* (L., 1767).

DISCUSION

Los Escarabeidos coprófagos constituyen un grupo de insectos que, en las regiones templadas, coloniza primordialmente los hábitats con una escasa cobertura forestal, en donde es frecuente o cercana la presencia del ganado doméstico. No obstante, durante el verano en la dehesa mediterránea, algunas escarabeidos de gran tamaño y biomasa (*Copris lumaris*, *C. hispanus*, *Bubas bubalus* y *Geotrupes ibericus*) son las especies localmente dominantes (GALANTE *et al.*, 1991). A pesar de ello, las comunidades de los biomas forestales (no adheridos) de estas latitudes, son más pobres y, por lo general, apenas presentan especies características (LUMARET & KIRK, 1987; BAZ, 1988; MARTÍN-PIERA *et al.*, 1992). No es de extrañar, por tanto, que las unidades muestrales de las localidades forestales aparezcan agrupadas entre sí y que a ellas se asocien, en ocasiones, otras unidades muestrales caracterizadas por la pobreza de sus capturas.

Tampoco las zonas costeras (dunas y playas) resultan ser el hábitat más apropiado para la mayoría de los escarabeidos coprófagos. Por ello, también en este caso, las unidades muestrales procedentes de estos enclaves se asocian entre sí y con otras de gran pobreza faunística. Es de destacar que estos ambientes arenosos, se caracterizan por la presencia de poblaciones abundantes y bien establecidas de *Scarabaeus semipunctatus*, un escarabeido rodador de gran tamaño (entre 16 y 26 mm). Se trata de una especie restringida a las áreas costeras del

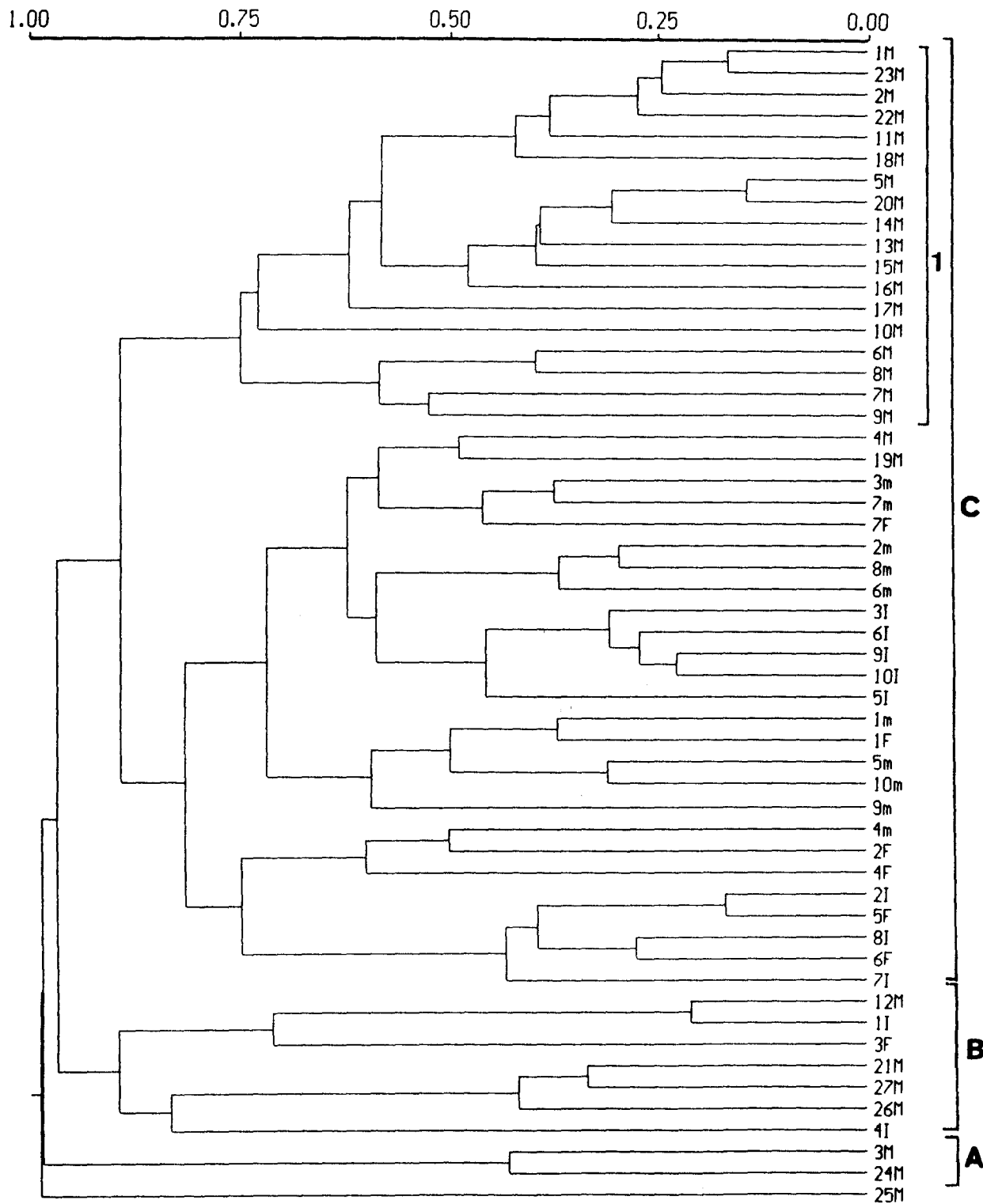


Figura 2.- Dendrograma resultante de un análisis de agrupamiento con la estrategia UPGMA, a partir de una matriz de similitud elaborada con el índice de disimilitud de Bray-Curtis (BEALS, 1984). Los números corresponden a las unidades muestrales señaladas en las Tablas 1 y 2 (M = Mallorca, m = Menorca, I = Ibiza, F = Formentera). A, B, y C-1: Agrupamientos de mayor rango.

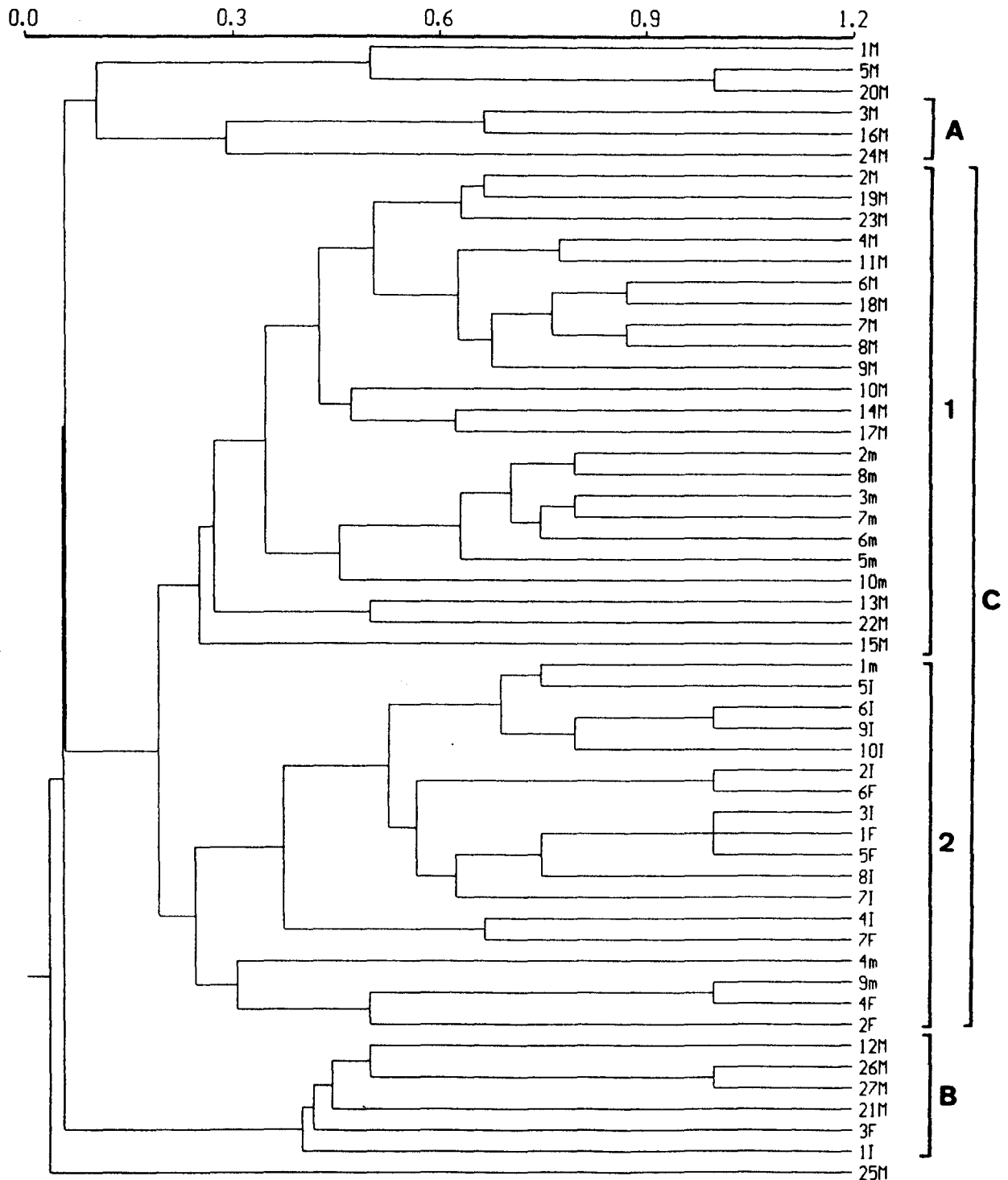


Figura 3.- Dendrograma resultante de un análisis de agrupamiento con la estrategia UPGMA, a partir de una matriz de similitud elaborada con el índice de Jaccard (JANSON & VEGELIUS, 1981). Los números corresponden a las unidades muestrales señaladas en las Tablas 1 y 2 (M = Mallorca, m = Menorca, I = Ibiza, F = Formentera). A, B, C-1 y C-2: Agrupamientos de mayor rango.

mediterráneo occidental, que desaparece de las zonas litorales profundamente alteradas, por lo que su captura en la Península, es cada vez más esporádica.

Sin duda, las agrupaciones más interesantes son aquellas que aglutinan a las unidades muestrales pertenecientes a las islas Gimnésicas (Mallorca y Menorca) por un lado (grupo C1), y a las Pitiusas (Ibiza y Formentera) por otro (grupo C2); ello a pesar de que los datos de Menorca y Mallorca proceden de muestreos metodológicamente distintos.

Puede decirse que los inventarios de las localidades gimnésicas que se corresponden con hábitats de escasa cobertura vegetal como eriales, campos de cultivo en barbecho o zonas adehesadas, constituyen un único grupo. Estas comunidades primaverales de zonas gimnésicas expuestas, se caracterizan principalmente por la presencia de *Aphodius lineolatus* Illiger, 1803, *A. granarius* (L., 1767), *Onthophagus taurus* (Schreber, 1759) y *Copris hispanus* (L., 1764). En Mallorca, son características además *A. quadriguttatus* (Herbst, 1783) o *A. ictericus ghardimaouensis* (Balthasar, 1929), - admitida como especie por algunos autores - mientras que en Menorca aparecen más frecuentemente *Bubas bison* (L., 1767), *Euoniticellus fulvus* (Goeze, 1777) y *A. hydrochaeris* (F., 1781).

También en el caso de las Pitiusas, se reúnen las unidades muestrales procedentes de zonas con escasa cobertura forestal, sobre todo si se comparan éstas desde el punto de vista cualitativo. Estas comunidades primaverales se caracterizan por la presencia de *B. bison*, *A. lineolatus*, *A. hydrochaeris* y *A. granarius*.

Considerando solamente los datos de las unidades muestrales procedentes de los biomas expuestos, se pueden realizar algunas comparaciones entre Gimnésicas y Pitiusas y entre ambos grupos de islas y algunas localidades peninsulares (Tabla 6). Estas comparaciones son posibles, gracias a que los muestreos se han

realizado utilizando trampas de caída idénticas (MARTÍN-PIERA *et al.*, 1992 y datos inéditos) o bien, boñigas artificialmente dispuestas (LOBO, 1992 a), las cuales, reflejan comunidades similares cualitativa y cuantitativamente (VEIGA *et al.*, 1989).

Comparación con la Península Ibérica

La diversidad de una comunidad local de escarabeidos coprófagos es menor en las islas Gimnésicas que en la Península Ibérica. En efecto, estas islas contienen aproximadamente la mitad de las especies y una cuarta parte de los individuos (Tabla 6). En una somera comparación cualitativa, las comunidades primaverales de las Baleares se distinguirían de las comunidades peninsulares, por la escasa representación de la familia Scarabaeidae y la casi total ausencia de Geotrupidae. Ello hace que los Aphodiidae constituyan el componente dominante en estas comunidades (PALMER *et al.*, 1988), tal y como ocurre también en las comunidades más simplificadas del norte de Europa (HANSKI, 1986).

En general, las comunidades baleares parecen no estar saturadas de especies ni de individuos. Cuando disminuye el número de especies de una comunidad, cabe esperar un incremento de la abundancia de algunas especies. Este hecho se interpreta como evidencia de que dichas comunidades, seguramente, se encuentran estructuradas por competencia («Density Compensation»; HANSKI & CAMBEFORT, 1991). En las comunidades peninsulares de los pastizales de altura, se ha observado este efecto compensatorio (LOBO, 1992), pero en las comunidades baleares no se puede afirmar que exista. En efecto, la riqueza de las comunidades locales de las Gimnésicas y de las Pitiusas es muy baja y además, la abundancia de las comunidades baleares, es mucho menor que la de las comunidades peninsulares (Tabla 6). Ello avala la hipótesis de que estas comunidades están muy por debajo de su nivel de saturación.

Tabla 6

Número medio de individuos y especies por unidad muestral (boñiga o trampa), teniendo en cuenta los datos provenientes de las localidades sin densa cobertura forestal. Se indica también el rango de abundancia (valores máximo y mínimo) entre los que oscilan estas medias. Los datos de Guadarrama proceden de MARTÍN-PIERA *et al.* (1992); los de Gredos son de LOBO (1992) y los de Doñana, son inéditos.

	GIMNESICAS	PITIASAS	GUADARRAMA	GREDOS	DOÑANA
Nº medio de individuos	45	16	211	680	291
Rango de abundancia	13-125	3-39	26-886	237-1733	50-600
Nº medio de especies	7	3	14	14	15
Rango de riqueza	4-12	2-5	6-23	7-20	7-24

Analizando la biomasa, tampoco aparece este efecto compensatorio. Se estimó la biomasa de los Escarabeidos coprófagos, utilizando las regresiones lineales entre longitud y peso corporal (LOBO, 1993). Los valores obtenidos indican que la biomasa media por trampa era de 1.130 mgrs. (peso seco) en las Gimnésicas y de 567 mgrs. en las Pitiusas. Estos valores son también muy inferiores a los establecidos en las comunidades primaverales del centro peninsular (LOBO, 1992) que, por término medio, oscilan alrededor de los 4.574 mgrs (peso seco).

Ahora bien, si las comunidades no están saturadas, cabe suponer que las interacciones entre las especies tienen escasa relevancia (comunidades no interactivas). Ello sugiere que, la estructura de las comunidades baleares de escarabeidos coprófagos, depende de la composición del conjunto regional de colonizadores (CORNELL & LAWTON, 1992). En otras palabras, la pobreza local de las comunidades coprófagas baleares, estaría condicionada, sobre todo, por la escasa diversidad regional de especies.

Resulta interesante comparar el número medio de especies que coexisten en una sola boñiga (escala local) y la riqueza total (escala geográfica) del catálogo balear o peninsular. Si las comunidades locales gimnésicas contienen aproximadamente la mitad de las especies peninsulares, el catálogo completo balear sólo contiene 49 especies (MARTÍN-PIERA & LOBO, 1992), es decir, una cuarta parte del total de especies ibéricas (VEIGA & MARTÍN-PIERA, 1988). Este empobrecimiento es similar al que manifiestan algunos inventarios de escarabeidos coprófagos insulares del mediterráneo oriental: Creta e islas del Egeo (CARPANETO, 1985).

La comparación entre las escalas local y geográfica difiere si se consideran los datos de las islas. Las comunidades locales de las Pitiusas poseen aproximadamente la mitad de especies que las comunidades Gimnésicas, y el catálogo total de las Pitiusas incluye aproximadamente, también, la mitad de especies del catálogo de las islas Gimnésicas (22/49) (MARTÍN-PIERA & LOBO, *op. cit.*). Ello probablemente indica que el relevo espacial de la diversidad es más intenso en la Península, ya sea a causa de su mayor heterogeneidad ambiental, o bien al efecto *per se* del tamaño del área (SCHALL & PIANKA, 1977).

Comparación entre islas

Las comunidades locales de primavera de Scarabaeoidea coprófagos en las islas Pitiusas son, esencialmente, una fauna gimnésica empobrecida que contiene la mitad de las especies

y un tercio de los individuos (Tabla 6). Este patrón se repite a escala geográfica, examinando el catálogo general de especies. Tan sólo *A. leucopterus* Klug, 1845 parecía indicar una colonización estrictamente pitiusica. Se trata de una especie demográficamente rara aunque de amplio rango geográfico (Península Ibérica, Africa paleártica y Palestina). Tras haber sido citada de Mallorca hace más de 75 años (TENENBAUM, 1915), nosotros la hemos capturado recientemente en Formentera e identificado en Mallorca sobre ejemplares de colección erróneamente etiquetados como *A. bonnairei* Reitter, 1892 (MARTÍN-PIERA & LOBO, 1992).

Del estudio de los yacimientos fósiles Cuaternarios de vertebrados, se desprende que ambos grupos de islas poseían una fauna diferente (ALCOVER & MUNTANER, 1985; ALCOVER & GOSALBEZ, 1988; CUERDA BARCELO, 1989). Se admite generalmente, que esta fauna pleistocénica ha desaparecido debido a la acción humana y que la actual fauna balear es, primordialmente, producto de inmigraciones en época histórica (ALCOVER, 1980; REUMER & SANDERS, 1984), aunque permanezcan algunos taxones que, posiblemente, sean remanentes de esta fauna primitiva (ALCOVER *et al.*, 1981; CUERDA BARCELO, 1989). Por ello, se sugiere que en la actualidad no hay una disimilitud faunística notable entre ambos grupos de islas, sino tan sólo una disminución en el número de especies que habitan las Pitiusas, debido a su menor tamaño. A la luz de estos conocimientos, no resulta extraño por tanto, que la fauna de las islas Pitiusas sea una fauna gimnésica empobrecida.

La pobreza faunística de las Pitiusas es un patrón que se repite igualmente en otros grupos de invertebrados. En el caso de los Helminthos parásitos (MAS-COMA & ESTEBAN, 1988), el número de especies también disminuye a la mitad en las islas Pitiusas. En Ortópteros el catálogo de las Pitiusas tampoco posee especies propias y está compuesto por un tercio de las especies Gimnésicas (GANGWERE & LLORENTE, 1992). En Heterópteros acuáticos también se constata una reducción a la mitad del número de especies en Ibiza (NIESER & MONTES, 1988). Otro tanto ocurre en Formícidos y Lepidópteros diurnos, aunque en estos casos, la fauna de las Pitiusas resulta ser algo menos pobre (CUELLO, 1981; JAUME, 1985; COMÍN & FURIÓ, 1986).

Sin embargo, en otros grupos de insectos y moluscos se han descrito algunos elementos singulares de la fauna balear. Así, entre los Scarabaeoidea no coprófagos, la literatura

reconoce dos endemismos ibicencos (*Elaphocera ibicensis* Escalera, 1926 y *Rhizotrogus auriculatus* Báguena, 1955) y otros dos gimnésicos (*Elaphocera capdebouii* Schauffus, 1882 y *Rh. lepidus* Schauffus, 1869). Aunque según MARTÍN-PIERA & COCA-ABIA (en prensa), el estatus taxonómico de los *Rhizotrogus* baleares, no consiente distinciones específicas respecto de la fauna peninsular, todo indica que el archipiélago ha sido colonizado por dos inmigrantes peninsulares diferentes: *Rh. pallidipennis* Blanchard, 1850 (= *Rh. lepidus*) en las Gimnésicas y *Rh. cicatricosus* Mulsant, 1842 (= *Rh. auriculatus*) en las Pitiusas.

En Heterópteros acuáticos se admite la existencia de una subespecie endémica de Ibiza: *Naucoris maculatus maculatus* (NIESER & MONTES, *op. cit.*) y en Lepidópteros el único representante de la familia Ethmiidae en el archipiélago, es una especie endémica de esta misma isla (CUELLO, 1981). Entre los Gasterópodos y los Tenebriónidos, también hay especies endémicas de las Pitiusas (JAUME, 1985 ; CUERDA BARCELÓ, 1989), aunque sólo en el primer grupo, está constatada su presencia en las islas antes de la penetración del hombre.

En el caso de los Escarabeidos coprófagos, aunque los datos parecen acomodarse bien a la hipótesis de una penetración históricamente reciente en el archipiélago, resulta difícil explicar satisfactoriamente la ausencia de muchas especies de amplio rango geográfico, que colonizan otros territorios insulares del mediterráneo occidental (Córcega, Cerdeña y Sicilia), que poseen poblaciones estacionalmente muy abundantes y que además son buenas competidoras en las comunidades coprófagas; e. g.: *Sisyphus schaefferi* (L., 1758), *Caccobius schreberi* (L., 1767), *Euonthophagus amyntas* (Olivier, 1789), *Onthophagus ruficapillus* Brullé, 1832, *Onthophagus similis* (Scriba, 1790), *Onthophagus vacca* (L., 1767), varias especies de *Geotrupes*, etc. (LUMARET, 1980). Incluso la creciente antropización del archipiélago, en el caso de los escarabeidos coprófagos, es un argumento a favor de una fauna más rica y abundante que la que constatamos en la actualidad.

Consideramos, por tanto, que antes de emitir una hipótesis definitiva para los escarabeidos coprófagos, es necesario un estudio de similitud/disimilitud faunística entre los distintos conjuntos insulares del mediterráneo occidental y las áreas continentales cercanas. Sólo así será posible decidir con cierto rigor, sobre las posibles relaciones, vías de colonización y patrones de dispersión de la fauna balear de estos coleópteros.

CONCLUSIONES

De la discusión que precede, podemos extraer las siguientes conclusiones:

El patrón de riqueza y abundancia, que establece la similitud esencial entre las comunidades primaverales de escarabeidos coprófagos en el archipiélago balear, es básicamente el mismo que el de otras áreas templadas de la Península Ibérica: gran abundancia y riqueza en los biomas expuestos, con escasa cobertura forestal y frecuente actividad ganadera, y drástico empobrecimiento en los biomas forestales.

Las comunidades de zonas costeras (dunas y playas), son muy similares en todas las islas. Esta similitud se debe a la pobreza faunística de estos ecosistemas y, por otra parte, a la presencia de un escarabeido rodador, claramente dominante, con fuertes restricciones por este tipo de hábitats y poblaciones numerosas y bien establecidas: *Scarabaeus semipunctatus* (F.)

Dentro de este patrón básico de similitud, entre las comunidades de biomas abiertos se pone de manifiesto a su vez, una similitud cualitativa entre las comunidades de las islas Gimnésicas (Mallorca y Menorca) por un lado, y las de las islas Pitiusas (Ibiza y Formentera), por otro. Este patrón se explica porque la fauna de las Pitiusas es, a escala local y geográfica, una fauna gimnésica empobrecida.

El número de especies, la abundancia y la biomasa de las comunidades locales de escarabeidos coprófagos de las islas Baleares, es muy inferior al de la Península Ibérica. Debido a ello, resulta muy probable que dichas comunidades no estén saturadas y que su estructura local esté condicionada, sobre todo, por el conjunto de especies que ha sido capaz de colonizar cada isla.

Desde un punto de vista cualitativo, cabe señalar que las comunidades coprófagas del archipiélago, se distinguen de las peninsulares en la escasa representación de la familias Scarabaeidae y Geotrupidae.

AGRADECIMIENTO

A Miquel Palmer y Josep Antoni Alcover del Institut d'Estudis Avançats de Balears, por su ayuda y sugerencias en la realización del trabajo de campo en la isla de Mallorca.

BIBLIOGRAFIA

- ALCOVER, J. A., 1980. Note on the origin of the present mammalian fauna from the balearic and Pityusic Islands. *Miscel.lània zool.*, 6: 141-149.
- ALCOVER, J. A. & GOSALBEZ, J., 1988. Los vertebrados terrestres de las islas Baleares y Pitiusas: una aproximación biogeográfica. *Bull. Ecol.*, 19 (2-3): 153-158.
- ALCOVER, J. A. & MUNTANER, J., 1985. Els vertebrats de les Illes Pitiüses. En: *Estudis Baleàrics*. Institut d'Estudis Baleàrics. Conselleria d'Educació i Cultura de les illes Balears. pp.: 105-116
- ALCOVER, J. A., MOYA-SOLA, S. & PONS-MOYA, J., 1981. *Les quimeres del passat*. Inst. Catalana d'Hist. Nat., Memoria num 11, Ed. Moll. Palma de Mallorca. 260 pp.
- BAZ, A., 1988. Selección de macrohábitat por algunas especies y análisis de una comunidad de Escarabeidos coprófagos (Coleoptera) del Macizo de Ayllón (Sistema central, España). *Annls Soc. ent. Fr. (N.S.)*, 2 (2): 203-210.
- BEALS, E. W., 1984. Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Adv. Ecol. Research*, 14: 1-55.
- CARPANETO, G. M., 1985. Dati faunistici e considerazioni zoogeografiche sugli Scarabeoidei delle isole Eolie (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Animalia*, 12: 87-99.
- COMÍN, P. & FURIO, V. 1986. Distribución biogeográfica de las hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en las islas del mediterráneo occidental. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 30: 67-79.
- CORNELL, H.V. & LAWTON, J.H. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. *J. Anim. Ecol.*, 61: 1-12.
- CUELLO, J., 1981. Els lepidòpters de les illes Balears. Cens provisional. *Trb. Soc. Cat. Lep.*, 4: 33-53.
- CUERDA BARCELO, J., 1989. *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Direcció Gral. Cultura, Govern Balear. Palma de Mallorca. 310 pp.
- GANGWERE, S. K. & LLORENTE, V., 1992. Distribution and habits of the Orthoptera (*sens. lat.*) of the Balearic islands (Spain). *Eos*, 68 (1): 51-87.
- GALANTE, E., GARCIA-ROMAN, M., BARRERA, I. & GALINDO, P., 1991. Comparison of spatial distribution patterns of dung-feeding scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae) in wooded and open pastureland in the mediterranean «dehesa» area of the iberian peninsula. *Environ. Entomol.*, 20 (1): 90-97.
- HANSKI, I., 1986. Individual behaviour, population dynamics and community structure of *Aphodius* (Scarabaeidae) in Europe. *Acta Oecol., Oecol. Gener.*, 7 (2): 171-187.
- HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y., 1991. Competition in dung beetles. En: *Dung Beetle Ecology*, I. Hanski & Y. Cambefort (eds), Princeton University Press, New Jersey. pp.: 305-329.
- JANSON, S. & VEGELIUS, J. 1981. Measures of ecological association. *Oecologia*, 49: 371-376.
- JAUME, D., 1985. Els invertebrats de les Pitiüses. En *Estudis Baleàrics*. Institut d'Estudis Baleàrics. Conselleria d'Educació i Cultura de les illes Balears. págs. 87-103.
- LUMARET, J. P. & KIRK, A., 1987.- Ecology of dung beetles in the french mediterranean region (Coleoptera: Scarabaeinae). *Acta Zool. Mex., (n.s.)*, 24: 1-55.
- LOBO, J. M., 1992. *Biogeografía y Ecología de los coleópteros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeoidea) en los pastizales alpinos del Macizo Central de Gredos (Sistema Central, España)*. Tesis Doctoral (inédita). Univ. Autón. Madrid., 456 pp.
- LOBO, J. M., 1993. Estimation of dung-beetle biomass. *Europ. J. Entom.*, 90 : 235-238.
- LOBO, J. M., MARTIN-PIERA, F. & VEIGA, C. M., 1988. Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.) I. Características determinantes de su capacidad de captura. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 25 (1): 77-100.
- LUMARET, J. P., 1980. Analyse des communautés de scarabéidés coprophages dans le ma-

- quis Corse et étude de leur rôle dans l'utilisation des excréments. *Ecologia Mediterranea*, 5: 51-58.
- MARTÍN-PIERA, F. & COCA-ABIA, M., 1993.- Las especies ibero-baleares del grupo de *Rhizotrogus cicatricosus* Mulsant, 1842 (Col., Melolonthidae). *ELYTRON*, 6: 199-219.
- MARTIN-PIERA, F. & LOBO, J. M., 1992. Los Scarabaeoidea Laparosticti del archipiélago balear (Coleoptera). *Nouv. Revue Ent. (N.S.)*, 9 (1): 15-28.
- MARTÍN-PIERA, F., VEIGA, C. M. & LOBO, J. M., 1992. Ecology and biogeography of dung-beetle communities (Coleoptera, Scarabaeoidea) in an Iberian mountain range. *J. Biog.* 19: 677-691.
- MAS-COMA, S. & ESTEBAN, J. G., 1988. La evolución de una fauna parasitaria en las islas «continentales»: el caso de los helmintos de micromamíferos en la Baleares y Pitiusas. *Bull. Ecol.*, 19 (2-3): 211-218.
- NIESER, N. & MONTES, C., 1988. Heterópteros acuáticos (Nepomorpha y Gerromorpha) de las Islas Baleares. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat. (Sec. Zool.)*, 55 (7): 67-78.
- PALMER, M., GARCIA PLE, C. & MOREY, M., 1988. Distribución estacional de las especies del género *Aphodius* (Coleoptera, Scarabaeoidea) en las heces de ovino de Mallorca. II. Diversidad, amplitud de nicho y solapamiento del nicho temporal. *XXVIII reun. cient. S.E.E.P.*: 155-167.
- REUMER, J. W. F. & SANDERS, E. A. C., 1984. Changes in the vertebrate fauna of Menorca in prehistoric and classical times. *Z. Säugetierkunde*, 49: 321-325.
- ROHLF, F. J., 1992.- NTSYS-pc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Versión 1.70. Exeter Software, Applied Biostatistics Inc., New York.
- SCHALL, J. & PIANKA, E. R., 1977.- Species densities of Reptiles and Amphibians on the Iberian Peninsula. *Doñana Acta Vertebrata*, 4: 27-34.
- TENENBAUM, S. 1915. *Fauna Koleopterologica wysp Balearskich*. Warszawa, 150 pp.
- VEIGA, C. M., LOBO, J. M. & MARTIN-PIERA, F., 1989. Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.) II. Análisis de Efectividad. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 26 (1): 91-109.
- VEIGA, C. M. & MARTIN-PIERA, F. 1988. *Claves para la identificación de la fauna española. 26: Las familias, tribus y géneros de los Scarabaeoidea (Col.) ibero-baleares*. Cátedra de Entom. Fac. Biol. Univ. Complutense (eds.). Madrid, 88 pp.
-

Analyse phytosociologique de la chênaie caducifoliée mixte de Tala Kitane (Akfadou, Algérie)

Rachid MEDDOUR*

RESUME

La chênaie caducifoliée mixte de Tala Kitane correspond à un faciès appauvri plus xérique du *Ruboincanescentis-Quercetum canariensis* Quézel 1956 em. Aimé et al. 1986 *cytisetosum triflori* Aimé et al. 1986. Le cortège floristique révèle actuellement une dégradation de l'ambiance sylvatique, suite à une influence anthropozoogène marquée. L'abondance des nitrophyles et des espèces indicatrices de surpâturage permet d'individualiser une variante locale à *Fumaria capreolata*.

MOTS-CLES : Akfadou, chênaie caducifoliée mixte, action anthropique, syntaxonomie, variante phytosociologique

SUMMARY

By a phytosociological study, the author underlines a degradation of the deciduous oaks formation of Tala Kitane (Akfadou) linked to the anthropic action. In that case, this deciduous wood of oaks (*Quercus canariensis* and *Q. afares*) correspond to a poor and xeric facies of the subassociation defined by QUEZEL (1956) in Akfadou forest. The abundance of nitrophilous species in our plant community allows us to individualize a local variant.

KEYWORDS : Akfadou, deciduous oaks forest, anthropic action, syntaxonomy, phytosociological variant

INTRODUCTION

Depuis les études classiques de LAPIE (1909) et de QUEZEL (1956), les importantes formations caducifoliées de l'Akfadou et de Béni Ghobri, hormis une note de WOJTERSKI (1985), n'ont pas fait l'objet d'analyse phytosociologique récente. Il est vrai que AIME et al. (1986) ont réalisé une synthèse synsystématique sur les zénaies du littoral algéro-tunisien, mais leur révision est basée exclusivement, quant à l'Akfadou, sur les relevés effectués auparavant par QUEZEL (1956).

Aussi, le présent travail se propose de décrire la composition floristique et l'organisation phytosociologique d'un type de peuplement très répandu dans le massif de l'Akfadou, la chênaie mixte à *Quercus canariensis* et *Q. afares*. Bien que limitée au seul canton de Tala Kitane

(figure 1), cette analyse permettra, dans une certaine mesure, de mettre en évidence la dynamique de la végétation et, partant, l'impact humain sur le massif par comparaison aux études antérieures.

Du point de vue systématique, à la lumière des données actuelles (ZINE EL ABIDINE, 1987; HAROUNI et OUDNI, 1991), il convient de nommer le chêne zéen de l'Akfadou *Quercus faginea* Lamk. subsp. *canariensis* (Willd.) Zine El Abidine 1987 ou tout simplement *Quercus canariensis* Willd., et ceci pour des raisons d'antériorité (QUEZEL et BONIN, 1980; BENABID, 1984).

DESCRIPTION FORESTIERE DU MASSIF DE L'AKFADOU

Dans le massif de l'Akfadou, les formations sylvatiques sont essentiellement constituées de trois espèces de chênes : *Quercus suber*, *Q. canariensis* et *Q. afares*. La répartition des

Laboratoire d'Ecologie Forestière
Institut d'Agronomie, Université de Tizi Ouzou
B.P. 17 R.P.
15000, TIZI OUZOU, Algérie

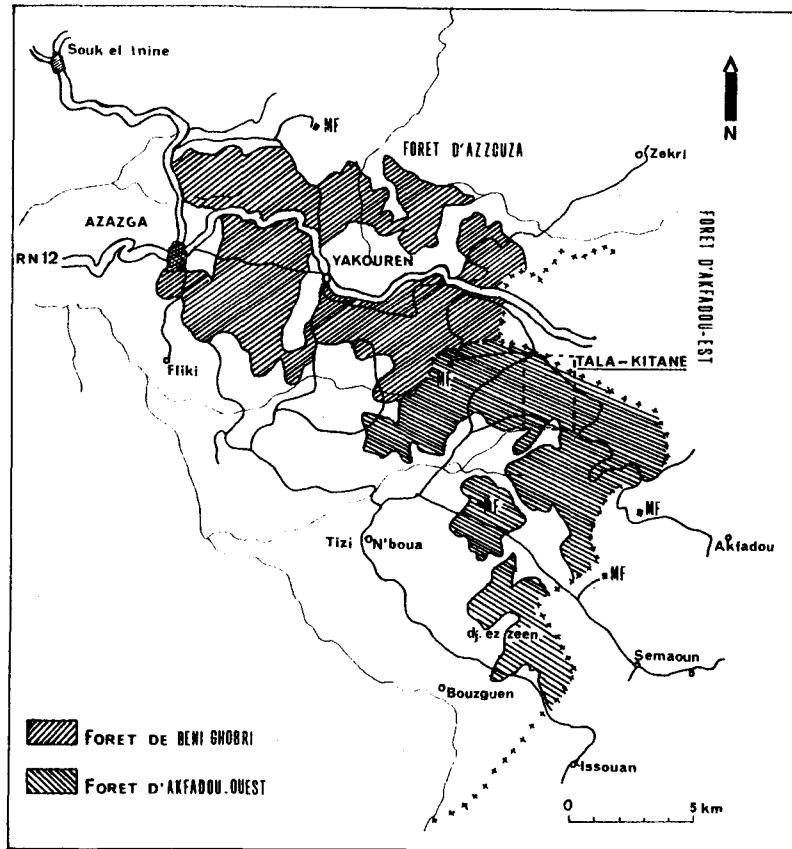


Figure 1.- Localisation de la zone d'étude

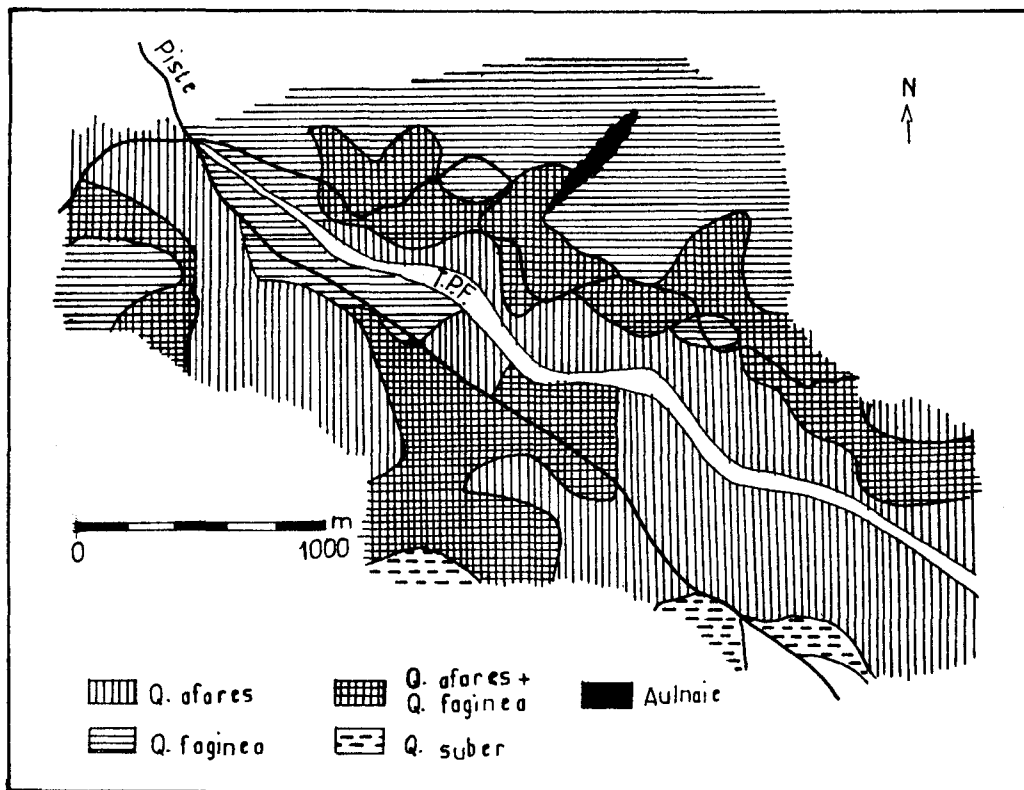


Figure 2.- Situation des formations végétales dans la zone de Tala Kitane

différentes chênaies pures ou mixtes est fonction des facteurs topographiques (altitude, exposition), édaphiques et aussi anthropiques.

La chênaie à zéen apparaît surtout à partir de 800 m d'altitude et occupe les fonds de vallons, les versants ombrageux des ubacs, plus humides, où elle forme de belles futaies. Sur les crêtes, de 1500 m jusqu'à 1646 m, au jbel ez zéen, la zénaie est pure (MESSAOUDENE, 1989).

La futaie pure d'afarès est une «forêt-parc» utilisée comme terrain de pâture et résulte, souvent, d'une action humaine qui l'a favorisée au détriment du chêne zéen, particulièrement près des villages (LAPIE, 1909 ; QUEZEL, 1956).

La chênaie mixte à *Quercus canariensis* et *Q. afares* est cependant plus répandue dans le massif et peut se présenter à toutes expositions, surtout sur les versants chauds (S et SW) et les croupes sèches, entre 950 et 1500 m.

CONDITIONS ECOLOGIQUES DE LA ZONE DE TALA KITANE

Dans la zone de Tala Kitane, la chênaie mixte et la chênaie à afarès dominant sur le versant sud-ouest, plus sec, tandis que la zénaie, au stade perchis, occupe plutôt le versant nord-ouest, à basse altitude. On trouve, par ailleurs, une suberaie actuellement incendiée, en adret, vers 1100 m d'altitude et l'aulnaie à *Alnus glutinosa*, en ubac (figure 2).

Du point de vue édaphique, les forêts de chênes de l'Akdadou se localisent sur des grès numidiens donnant naissance, à des sols bruns lessivés, généralement, frais et profonds, de texture à dominante sableuse (DURAND, 1951). Néanmoins, dans la zone d'étude et là où *Quercus afares* domine, les sols sont plus argileux et soumis à une hydromorphie temporaire.

Les données climatiques de CHAUMONT et PAQUIN (1971), DAGORNE et MAHROUR (1984) et MESSAOUDENE (1989) permettent de caractériser le climat moyen de la zone de Tala Kitane.

Celle-ci bénéficie d'une importante pluviométrie de l'ordre de 1400 mm/an, vers 1200 m d'altitude. La saison sèche estivale est de 3 mois (juin à août), mais les brouillards et les orages d'été réduisent sa durée. Le massif de l'Akdadou appartient, en effet, au climat méditerranéen dans sa nuance mésoméditerranéen atténué, avec un nombre de jours secs compris entre 75 et 40 (DAGORNE *et al.*, 1984). Sur le

plan bioclimatique, la zone étudiée s'inscrit dans l'humide supérieur tempéré.

APPROCHE PHYTOSOCIOLOGIQUE

Physionomie et structure

La strate arborescente de la chênaie mixte de Tala Kitane est représentée par deux essences co-dominantes, *Quercus canariensis* et *Q. afares*. Ces deux chênes se partagent le terrain dans des proportions très diverses. Le merisier (*Prunus avium* subsp. *silvestris*) et le prunier sauvage (*P. insititia*) peuvent aussi y apparaître, sans jamais toutefois, jouer de rôle important.

Cette formation se présente surtout en haut perchis dense d'une hauteur moyenne de 8-10 m, à recouvrement relativement léger (60 à 80%). Quand le chêne afarès est prépondérant, le peuplement devient du type futaie, le plus souvent hétérogène, avec parfois des mensurations notables (20 à 22 m de haut et 50 à 60 cm de diamètre à 1.30 m du sol) chez les vieux individus.

La strate arbustive a une composition spécifique peu diversifiée et assure toujours un degré de recouvrement assez important, de l'ordre de 60%. Il faut y noter la présence et la haute fréquence de *Cytisus triflorus*, *Erica arborea*, *Calycotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, des ronces *Rubus ulmifolius*, *R. incanescens* (= *R. numidicus*) et sporadiquement des Rosacées *Crataegus monogyna* et *Rosa sempervirens*.

La strate herbacée est généralement bien développée, avec l'abondance des espèces vernaies (thérophytes) et se présente en mosaïque dans les taches de lumière de la formation, avec les nombreux semis des deux chênes.

Analyse floristique et comparaisons

C'est principalement dans la chênaie caducifoliée mixte de Tala Kitane, entre 1000 et 1300 m, en exposition W et SW, qu'ont été effectués nos relevés floristiques, selon la méthode phytosociologique sigmatiste dont les principes sont décrits en détail, notamment dans GUINOCHET (1973) et WESTHOFF et van der MAAREL (1973). Ceux-ci ont été réunis en un tableau descriptif (tableau 1).

A l'examen de ce tableau, il semble possible de rapporter le groupement étudié dans cette zone à l'association à *Quercus canariensis* et *Rubus incanescens*, individualisée par QUEZEL

Tableau 1

Composition floristique de la Chênaie caducifoliée mixte de Tala Kitane

N° des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pr
<i>Quercus canariensis</i>	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	2	2	3	V
<i>Quercus afares</i>	2	2	1	1	1	+	2	1	1	2	2	2	2	1	2	V
Caractéristiques de l'association et de l'alliance du <i>Paeonio atlanticae-Cedron atlanticae</i>																
<i>Rubus incanescens (+R. ulmifolius)</i>	1	.	1	+	+	2	.	.	1	1	2	2	+	+	+	IV
<i>Vicia ochroleuca</i> subsp. <i>atlantica</i>	+	1	+	+	+	+	.	.	1	1	.	.	1	+	+	IV
<i>Potentilla micrantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+	.	.	1	II
<i>Saxifraga atlantica</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Caractéristiques de l'ordre des <i>Quercu-Cedretalia atlanticae</i>																
<i>Geranium atlanticum</i>	1	+	.	1	+	+	1	1	+	+	.	+	1	.	.	IV
<i>Scilla hispanica</i> var. <i>algeriensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Geum urbanum</i> var. <i>mauritanicum</i>	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Caractéristiques de la classe des <i>Quercetea pubescentis</i>																
<i>Satureja vulgaris</i>	.	.	1	1	.	1	+	1	1	1	+	1	.	.	+	IV
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	.	1	1	.	+	1	.	1	.	.	1	1	.	.	.	III
<i>Ficaria verna</i>	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	.	III
<i>Lamium flexuosum</i>	.	.	1	1	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	II
<i>Ranunculus spicatus</i>	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	+	.	1	+	.	III
<i>Crataegus monogyna</i>	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
<i>Prunus avium</i> subsp. <i>silvestris</i>	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	I
<i>Alliaria officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	I
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	I
<i>Epipactis latifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I
<i>Dryopteris aculeata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I
Caractéristiques de l'ordre et de la classe des <i>Quercetalia (etea) ilicis</i>																
<i>Cytisus triflorus</i>	3	2	3	3	3	2	1	1	1	3	1	4	1	3	3	V
<i>Erica arborea</i>	.	2	2	+	2	1	1	+	.	1	+	+	1	.	1	IV
<i>Pulicaria odora</i>	1	+	1	1	1	+	+	+	.	.	+	+	1	1	.	IV
<i>Galium tunetanum</i>	.	1	1	+	.	1	+	1	1	1	1	+	1	1	1	IV
<i>Geranium purpureum</i>	1	+	1	1	1	.	.	1	.	.	1	1	.	.	+	III
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	+	.	.	.	+	.	.	+	+	+	1	+	.	.	.	III
<i>Galium rotundifolium</i>	.	.	+	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	1	II
<i>Rubia peregrina</i>	.	.	1	.	.	1	.	.	+	1	1	+	.	.	.	II
<i>Balansaea glaberrima</i>	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	II
<i>Arisarum vulgare</i> var. <i>exsertum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+	.	.	.	II
<i>Smilax aspera</i> subsp. <i>mauritanica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I
<i>Phlomis bovei</i>	.	.	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Aristolochia longa</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	I
<i>Carex distachya</i>	1	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Lonicera etrusca</i>	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Compagnes																
<i>Carex halleriana</i>	+	1	+	.	.	.	+	1	+	+	+	1	.	.	+	IV
<i>Genista tricuspida</i>	.	.	.	+	.	1	1	+	+	+	.	.	+	+	1	III
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	1	.	.	1	2	.	.	+	+	+	.	.	+	+	+	III
<i>Calycotome spinosa</i>	.	2	.	+	1	+	+	+	.	+	.	.	.	1	.	III
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1	1	+	1	1	.	1	+	.	.	1	1	.	.	.	III
<i>Urginea maritima</i>	1	1	+	+	1	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	III
<i>Fumaria capreolata</i>	1	.	.	1	.	1	.	1	1	1	1	1	.	.	.	III
<i>Linaria reflexa</i>	.	.	.	1	+	1	+	.	1	1	+	+	.	.	.	III
<i>Cyclamen africanum</i>	1	1	.	+	+	1	.	.	.	+	+	+	.	.	+	III
<i>Ornithogallum umbellatum</i>	.	.	.	.	1	.	.	+	+	+	.	.	+	+	1	III
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	1	.	.	.	+	+	+	.	.	+	1	.	II
<i>Chrysanthemum fontanesii</i>	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	II
<i>Briza maxima</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	II

<i>Teucrium kabylicum</i>	. . .	1 . . .	+ . . .	. . .	1 . . .	+ . . .	II
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	. 1 1	1 + 1	. + . . .	. . .	. . .	. . .	II
<i>Teucrium atratum</i>	. . .	. 1 . . .	. . .	. . .	. 1 . . .	. . .	I
<i>Biscutella didyma</i>	. . .	. 1 . . .	. . .	. . .	. . .	. 1 . . .	I
<i>Cotyledon umbilicus-veneris</i>	+ + +	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	I
<i>Veronica arvensis</i>	. . .	. + + . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	I
<i>Myosotis collina</i>	. . .	. . .	. + . . .	. . .	. + . . .	. . .	I
<i>Scilla aristidis</i>	+ . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	+ + . . .	I
<i>Pteridium aquilinum</i>	. . .	. . .	. + . . .	. . .	. 1 + . . .	. . .	I
<i>Anagallis arvensis</i>	+ . . .	. . .	. . .	. + . . .	. . .	. . .	I
<i>Cardamine hirsuta</i>	. . .	. . .	. . .	. + 1 . . .	. . .	. . .	I
<i>Specularia falcata</i>	. . .	. 1 . . .	. 1 . . .	. . .	. . .	. . .	I
<i>Thapsia garganica</i>	. . .	. . .	. 1 . . .	. + . . .	. . .	. . .	I
<i>Asplenium trichomanes</i>	. + . . .	. + . . .	. + . . .	. . .	. . .	. . .	I
<i>Hypericum humifusum</i> subsp. <i>australe</i>	. . .	. + . . .	. + . . .	. . .	. . .	. . .	I
<i>Campanula dichotoma</i>	. . .	. 1 + . . .	. . .	. . .	. . .	. . .	I
<i>Origanum glandulosum</i>	. . .	. + . . .	. . .	. . .	. . .	. + . . .	I

(1956) dans les importants peuplements de chêne zéen, s'étendant entre 800 et 1400 m d'altitude dans l'Akkfadou.

Il convient pourtant de souligner des différences floristiques majeures entre ces deux groupements (tableau 2):

-L'absence totale dans les relevés de QUEZEL (1956) de certains taxons présentement très répandus, au moins en adret, comme *Calycotome spinosa*, *Genista tricuspdata* et *Ampelodesma mauritanicum*. Ces espèces sont révélatrices de la dégradation de la couverture arborescente, donc de conditions plus thermo-héliophiles. De même, de nombreux taxons habituellement dominants dans la suberaie, abondent dans le groupement analysé, notamment *Erica arborea*, *Pulicaria odora*, *Briza maxima* et *Chrysanthemum fontanesii*.

-La présence et même l'abondance, dans la zone étudiée, de certaines espèces plus ou moins nitrato-philes, telles que *Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima*, *Fumaria capreolata*, *Linaria reflexa*, *Ornithogalum umbellatum*,..., auparavant quasiment absentes et qui, actuellement, traduisent l'influence intense du pâturage.

-Parmi les caractères négatifs, il faut surtout relever, dans le groupement de Tala Kitane, l'absence d'un important lot de caractéristiques des *Quercetea pubescentis*, telles que *Myosotis alpestris* subsp. *sylvatica*, *Doronicum atlanticum*, *Campanula trachelium*, *Acer obtusatum*, *Agrimonia eupatoria*, *Solidago virgaurea*, sylvatiques montagnardes, très exigeantes, localisées en particulier dans les endroits les plus humides et frais.

D'une façon générale, le cortège floristique de la chênaie mixte à *Q. canariensis* et *Q. afares*

reflète bien une ambiance sylva-tique assez dégradée. Celle-ci se traduit, donc, par une forte infiltration d'espèces héliophiles, de nitrato-philes et la raréfaction voire la régression de certaines caractéristiques mésophiles et sciaphiles.

A la suite de ces différentes constatations, il est évident que la chênaie mixte de Tala Kitane correspond à un faciès (*sensu* GEHU et RIVAS-MARTINEZ, 1981) appauvri plus xérique que le groupement type, portant l'empreinte d'une influence anthropozoogène marquée (proximité des agglomérations rurales et du réseau routier, faibles pentes,...).

Le caractère thermo-xérophile de la chênaie mixte, et à plus forte raison de la chênaie à *afares*, se traduisant par une profonde altération du cortège floristique a été relevé bien plus tôt (LAPIE, 1909 ; QUEZEL, 1956).

Cet état de la végétation est, probablement, aussi lié à l'orientation du versant et au couvert qui n'est jamais totalement fermé, en raison de l'importance du chêne *afares* dans la strate arborée. En effet, dans les zénaies plus denses et humides du versant nord, là où l'*afares* est moins répandu, l'appauvrissement en taxons significatifs est relativement moins accentué (tableau 2, colonne B).

Une telle évolution régressive des groupements végétaux est signalée, également, dans les chênaies vertes des monts de Tlemcen (DAHMANI, 1984), les suberaies de la région Collo-Edough (KHELIFI, 1987) et les zénaies de Guerrouch (AIME *et al.*, 1986).

Position synsystématique

A la suite de leur analyse synsystématique des formations de chêne zéen du littoral algéro-

Tableau 2

Tableau synthétique des données floristiques des chênaies caducifoliées de l'Akkfadou-Béni Ghobri.

	A (5)	B (7)	C (15)
Nombre de relevés			
<i>Quercus canariensis</i>	V	V	V
<i>Quercus afares</i>	.	III	V
Caractéristiques de l'association et de l'alliance <i>Paeonio atlanticae-Cedrion atlanticae</i>			
<i>Rubus incanescens</i> (+ <i>R. ulmifolius</i>)	V	III	IV
<i>Vicia ochroleuca</i> subsp. <i>atlantica</i>	II	II	IV
<i>Potentilla micrantha</i>	V	IV	II
<i>Saxifraga atlantica</i>	I	.	I
<i>Myosotis alpestris</i> subsp. <i>silvatica</i>	I	III	.
Caractéristiques de l'ordre <i>Quercu-Cedretalia atlanticae</i>			
<i>Geranium atlanticum</i>	II	I	IV
<i>Scilla hispanica</i> var. <i>algeriensis</i>	III	.	I
<i>Geum urbanum</i> var. <i>mauritanicum</i>	II	.	I
<i>Doronicum atlanticum</i>	III	.	.
<i>Campanula trachelium</i>	I	.	.
Caractéristiques de la classe <i>Quercetea pubescentis</i>			
<i>Satureja vulgaris</i> subsp. <i>villosa</i>	III	II	IV
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	V	I	III
<i>Ficaria verna</i>	III	II	III
<i>Ranunculus spicatus</i>	IV	I	II
<i>Crataegus monogyna</i>	I	I	II
<i>Alliaria officinalis</i>	I	II	I
<i>Prunella vulgaris</i>	I	I	I
<i>Dryopteris aculeata</i>	IV	II	I
<i>Prunus avium</i> subsp. <i>silvestris</i>	II	.	I
<i>Lamium flexuosum</i>	V	.	II
<i>Acer obtusatum</i>	II	II	.
<i>Hedera helix</i> subsp. <i>canariense</i>	III	II	.
<i>Asperula laevigata</i>	II	III	.
<i>Tamus communis</i>	III	I	.
<i>Luzula forsteri</i>	III	III	.
<i>Solidago virga-aurea</i>	II	II	.
<i>Agrimonia eupatoria</i>	II	.	.
<i>Cystopteris fragilis</i>	II	.	.
<i>Arum italicum</i>	I	.	.
<i>Orobanchis niger</i>	I	.	.
<i>Festuca drimeja</i> var. <i>grandis</i>	.	III	.
Caractéristiques de l'ordre et de la classe <i>Quercetalia(etea) ilicis</i>			
<i>Cytisus triflorus</i>	V	IV	V
<i>Geranium purpureum</i>	V	I	III
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	IV	III	III
<i>Galium rotundifolium</i>	V	V	II
<i>Rubia peregrina</i>	II	II	II
<i>Smilax mauretanicus</i>	II	I	I
<i>Phlomis bovei</i>	III	II	I
<i>Pteridium aquilinum</i>	III	III	I
<i>Aristolochia longa</i>	I	I	I
<i>Pulicaria odora</i>	III	I	IV
<i>Lonicera etrusca</i>	I	I	I
<i>Prunus insititia</i>	I	I	I
<i>Carex distachya</i>	II	.	I
<i>Balansaea glaberrima</i>	II	.	II
<i>Arisarum vulgare</i>	II	.	II
<i>Ruscus aculeatus</i>	III	III	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	III	II	.
<i>Ruscus hypophyllum</i>	I	I	.

<i>Rhamnus alaternus</i>	I	I	.
<i>Melica minuta</i> subsp. <i>major</i>	I	III	.
<i>Festuca coerulescens</i>	I	I	.
<i>Viola silvestris</i>	II	I	.
<i>Moehringia pentandra</i>	II	.	.
<i>Selaginella denticulata</i>	II	.	.
<i>Clematis flammula</i>	III	.	.
Compagnes			
<i>Erica arborea</i>	I	I	IV
<i>Galium tunetanum</i>	V	I	IV
<i>Carex halleriana</i>	I	III	IV
<i>Asphodelus microcarpus</i>	II	II	III
<i>Dactylis glomerata</i>	II	III	II
<i>Chrysanthemum fontanesii</i>	II	II	II
<i>Eryngium tricuspdatum</i>	II	I	II
<i>Cotyledon umbilicus-veneris</i>	I	II	I
<i>Cyclamen africanum</i>	V	II	III
<i>Galium aparine</i>	I	I	I
<i>Cynosurus elegans</i>	I	IV	I
<i>Scilla aristidis</i>	IV	.	I
<i>Teucrium atratum</i>	II	.	I
<i>Asplenium trichomanes</i>	I	.	I
<i>Bellis silvestris</i>	IV	.	I
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	II	II	.
<i>Simethis planifolia</i>	I	I	.
<i>Festuca ovina</i>	III	.	.
<i>Narcissus tazetta</i>	III	.	.
<i>Tulipa australis</i>	II	.	.
<i>Cardamine hirsuta</i>	.	II	I
<i>Specularia perfoliata</i>	.	I	I
<i>Hypericum australe</i>	.	II	I
<i>Biscutella didyma</i>	.	III	I
<i>Fumaria capreolata</i>	.	I	III
<i>Myosotis collina</i>	.	I	I
<i>Veronica arvensis</i>	.	I	I
<i>Genista tricuspdata</i>	.	.	III
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	.	.	III
<i>Calycotome spinosa</i>	.	.	III
<i>Urginea maritima</i>	.	.	III
<i>Linaria reflexa</i>	.	.	III
<i>Ornithogalum umbellatum</i>	.	.	III
<i>Briza maxima</i>	.	.	II

A: Chênaie pure à zéen, Akfadou et Béni Ghobri, alt. 900-1350m, (QUEZEL, 1956; tab. 4, rel. 1 à 5, p. 34).

B: Chênaie mixte à zéen et afarès, Akfadou et Béni Ghobri, 750-1350m, versant Nord, (WOJTERSKI, 1985; tab. 64, rel. 1 à 7, p. 216).

C: Chênaie mixte à zéen et afarès, Tala Kitane (Akfadou), 1000-1300m, versant Sud, (données personnelles).

tunisien, AIME *et al.* (1986) rattachent le *Rubo incanescens-Quercetum canariensis*⁽¹⁾ Quézel 1956 *em.* de l'Akfadou, à l'alliance du *Paeonio-Cedrion atlanticae* Barbero, Quézel et Rivas-Martinez 1981, à l'ordre des *Quercu-Cedretalia atlanticae* Barbero, Loisel et Quézel 1974 et à la classe des *Quercetea pubescentis* (Oberd. 1948) Doing Kraft 1955.

En outre, ces auteurs notent que la sous-association à *Cytisus triflorus (cytisetosum triflori)* représente l'aspect le plus fréquent du groupement et se différencie notamment par des espèces transgressives des *Quercetea ilicis* Br.-

Bl. 1947, comme *Cytisus triflorus*, *Geranium purpureum*, *Asplenium adiantum-nigrum* subsp. *onopteris*, *Pulicaria odora*, *Phlomis bovei*, *Rubia peregrina*, *etc.*

La présence de ce noyau de différentielles, avec une fréquence élevée, dans le groupement étudié, nous incite à le rattacher à cette sous-association. Celui-ci s'en distingue, néanmoins, par un lot de nitrophytes suggérant une variante à *Fumaria capreolata*.

WOJTERSKI (1985) admet implicitement l'appartenance des zénaies, du massif de l'Akfadou-Béni Ghobri, aussi bien pures qu'en mélange avec l'afarès, au même syntaxon (*Rubo-Quercetum cytisetosum*). Il individualise, quant à lui, deux variantes locales: la variante à *Festuca*

(1) Nous adopterons cette appellation réactualisée pour ce syntaxon, en référence à l'article 43 du chapitre 8 (correction des noms) du code de nomenclature phytosociologique (BARKMAN *et al.*, 1986).

drimeja var. *grandis* dans l'Akfadou et celle à *Melicaminuta* subsp. *major* dans les Béni Ghobri.

En fait, le cortège floristique de la chênaie mixte de Tala Kitane, où une forte anthropisation se traduisant par un net appauvrissement en éléments significatifs des *Quercetea pubescentis* et des syntaxons subordonnés et au contraire par la fréquence des caractéristiques des *Quercetea ilicis s.l.*, laisse penser que son rattachement à cette dernière classe est sans doute envisageable.

Affinité phytosociologique

Une évidente affinité tant phytosociologique qu'écologique existe entre la chênaie caducifoliée de Tala Kitane et celle de Kroumirie en Tunisie. En effet, l'association *Moehringia pentandrae-Quercetum fagineae* Aimé et al. 1986 est caractérisée, tout comme ici, par de nombreuses espèces qui, manifestement, traduisent une pression humaine et une fréquentation du troupeau très marquée.

Il s'agit de nitrophytes comme *Fumaria capreolata*, *Geranium purpureum*, *Cardamine hirsuta*, *Myosotis collina*, *Linaria reflexa*,..., favorisées par l'enrichissement du sol en azote (déjection des bovins), de plantes épineuses non palatables (DEBAZAC, 1959) telles que *Calycotome spinosa*, *Genista tricuspidata*, *Eryngium tricuspidatum*, ... et surtout des Liliacées *Urginea maritima* et *Asphodelus microcarpus* (AIME et al., 1986).

Il est vrai qu'en région méditerranéenne, l'erme à Asphodèle et Urginée est un des stades ultimes de la dégradation de la végétation, là où l'influence anthropozoïque est la plus forte (NEGRE, 1964 ; ALLIER et LACOSTE, 1980; ALCARAZ, 1983 ; DE BELAIR et al., 1984).

CONCLUSION

Les forêts de chênes caducifoliés du massif de l'Akfadou sont, pour la plupart, très jeunes à la suite de son exploitation intense durant la période 1930/1950 (BOUDY, 1955) et de, surcroît, «délabrées par le passage des troupeaux», (BOYER et al., 1983).

Il est vrai qu'au Maghreb, les forêts caducifoliées sont considérées par les populations locales comme une zone de pâturage privilégié, où le parcours est pratiquement libre et surtout excessif (QUEZEL et BONIN, 1980).

Ces forêts sont donc fréquemment dégradées et montrent, soit en raison de la destruction du sol, soit de l'ouverture de la strate arborescente,

un cortège floristique où les caractéristiques des unités phytosociologiques supérieures ne jouent plus un rôle prédominant (BARBERO et al., 1975).

Dans l'Akfadou, et *a fortiori* dans notre zone, il est actuellement difficile d'effectuer des relevés significatifs des stades mûrs vraiment sylvatiques, car les forêts bien constituées et non pâturées sont rares pour ne pas dire inexistantes.

Par conséquent, il s'avère difficile d'intégrer tout le complexe des chênaies à feuillage caduc de l'Akfadou, en particulier les chênaies mixtes, au seul syntaxon *Rubo-Quercetum canariensis cytisetosum*, compte tenu de la pression qui a pesé et qui pèse encore sur le massif (appauvrissement et érosion des sols sous l'action du pâturage, incendies, coupes en délit,...). Ce que paraît confirmer, dans une certaine mesure, le foisonnement des variantes phytosociologiques «appauvries».

Aussi, la valeur syntaxonomique et dynamique de ces chênaies mixtes décidues ne pourra être définie avec certitude que dans le cadre d'une approche globale des formations de chênes purs et mixtes, sur toute l'étendue du massif. Enfin, tout ceci nous amène à constater que l'influence humaine, qui est un puissant facteur de transformation du climax (QUEZEL et BONIN, 1980), rend toute interprétation phytosociologique délicate voire hasardeuse.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier vivement M. le Professeur Alain LACOSTE qui a bien voulu revoir le manuscrit. Ses remarques et suggestions m'ont été très bénéfiques.

BIBLIOGRAPHIE

- AIME, S., BONIN, G., CHAABANE, A., LOISEL, R. et SAOUDI, H., 1986.- Contribution à l'étude phytosociologique des zéenaies du littoral algéro-tunisien. Ecol. Medit., 12 (3-4) : 113-131.
- ALCARAZ, C., 1983.- La Tétraclineaie sur terra rossa en sous-étage subhumide inférieur chaud en Oranie (Ouest algérien). Ecol. Medit., 9 (2) : 109-135.
- ALLIER, C. et LACOSTE, A., 1980.- Maquis et groupements végétaux de la série de chêne vert dans le bassin du Fango (Corse). Ecol. Medit., 5 : 59-82.

- BARBERO, M., LOISEL, R. et QUEZEL, P., 1975.- Problèmes posés par l'interprétation phytosociologique des *Quercetea ilicis* et des *Quercetea pubescentis*. Coll. Intern., CNRS, Montpellier, n°235, 481-497.
- BARBERO, M., QUEZEL, P. et RIVAS-MARTINEZ, S., 1981.- Contribution à l'étude des groupements forestiers du Maroc. *Phytocoenologia*, 9 (3) : 311-412.
- BARKMAN, J.J., MORAVEC, J. et RAUSCHERT, S., 1986.- Code de nomenclature phytosociologique. *Vegetatio*, 67 : 145-195.
- BENABID, A., 1984.- Etude phytosociologique des peuplements forestiers et préforestiers du Rif centro-occidental (Maroc). *Trav. Inst. Sc., série Bot.*, 34, Rabat, 64 p.
- BOUDY, P., 1955.- Economie forestière Nord-Africaine. IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose éd. Paris, 438 p.
- BOYER, A., GAMISANS, J., GRUBER, M. et QUEZEL, P., 1983.- les chênaies à feuillage caduc de Corse. *Ecol. Medit.*, 9 (2) : 41-58.
- CHAUMONT, P. et PAQUIN, C., 1971.- Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie. *Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 24 p.
- DAGORNE, A. et MAHROUR, M., 1984.- Télédétection spatiale multispectrale et cartographie de l'utilisation du sol en Kabylie: la carte infographique d'Azazga. *Lab. Analyse Spatiale R. Blanchard, Univ. Nice*, 35-67.
- DAHMANI, M., 1984.- Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (*Quercus rotundifolia* Lamk.) des Monts de Tlemcen. Approche phytosociologique et phytoécologique. Thèse Doct. 3ème Cycle, USTHB, Alger, 238 p.
- DEBAZAC, E.F., 1959.- La végétation forestière de Kroumirie. *Ann. E.N.E.F.*, 16 (2) : 1-133.
- DE BELAIR, G., CHESSEL, D. et BENCHEIKH-LEHOCINE M., 1984.- Structure spatiale et statut dynamique dans une communauté végétale: cas d'une cocciféraie dunaire. *Ecol. Medit.*, 10 (1-2) : 261-270.
- DURAND, J., 1951.- Sur quelques sols de la forêt d'Akfadou et des environs de Yakouren. *Annales Agr.*, 2.
- GEHU, J.M. et RIVAS-MARTINEZ, S., 1981.- Notions fondamentales de phytosociologie. in H. Dierschke (éd.), *Syntaxonomie*, 5-33, Rinteln.
- GUINOCHET, M., 1973.- La phytosociologie. Masson (éd.), Paris, 228 p.
- HAROUNI, F. et OUDNI, H., 1991.- Application de l'analyse multifactorielle à la variabilité morphologique des populations de Chêne zéen et de Chêne vert: approche taxonomique. Thèse Ing. Agro., Univ. Tizi Ouzou, 124 p.
- KHELIFI, H., 1987.- Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des formations à chêne liège dans le NE algérien. Thèse Magister, USTHB, Alger, 141 p.
- LAPIE, G., 1909.- Etude phytogéographique de la Kabylie du Djurdjura. Thèse Fac. des Sc., Univ. de Paris., 156 p.
- MAIRE, R., 1926.- Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Gouver. Génér. Alg., Serv. Cart., Alger, 78 p.
- MESSAOUDENE, M., 1989.- Etude dendroécologique et dendroclimatologique du chêne zéen et du chêne afarès dans les massifs de Béni ghobri et de l'Akfadou. Thèse Doct. en Sc., Univ. Aix-Marseille III, 105 p.
- NEGRE, R., 1964.- Notice de la carte de Tipaza. *Inst. Cart. Végét., Alger, Notes et doc.*, 1: 1-68.
- QUEZEL, P., 1956.- Contribution à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 1: 1-57.
- QUEZEL, P. et BONIN, G., 1980.- Les forêts feuillues du pourtour méditerranéen. Constitution, écologie, situation actuelle et perspectives. *Rev. For. Fr.*, 32 (3) : 253-268.
- WESTHOFF, V. et van der MAAREL, E., 1973.- The Braun-Blanquet approach. in R.H. Whittaker (éd.), *Classification of plants communities*, 289-399, Junk, The Hague.
- WOJTERSKI, T., 1985.- Les forêts de chênes caducifoliés. in «Guide de l'excursion internationale de phytosociologie en Algérie du Nord». AIVS-INA, Alger, 216-217.
- ZINE EL ABIDINE, A., 1987.- Application de l'analyse multi-dimensionnelle à l'étude taxonomique et phytoécologique du Chêne zéen (*Quercus faginea s.l.*) et de ses peuplements au Maroc. Thèse Doc. Ing., Univ. Aix-Marseille III, 120 p.

Estudio fitosociológico de los pastizales sabulícolas (Ord. *Malcolmietalia* Rivas Goday 1957) de los Campos de Níjar y Tabernas (sureste de la Península Ibérica)

MOTA, J.F., CABELLO, J., GOMEZ MERCADO, F. et PEÑAS, J.

RESUME

Les auteurs étudient du point de vue phytosociologique les pelouses thérophytiques de l'ordre des *Malcolmietalia* Rivas Goday 1957. Après une revue bibliographique ils décrivent deux nouvelles associations, rangées dans l'alliance de l'*Anthyllido-Malcolmion* (Rivas Goday) Rivas Martínez 1978 : l'*Ammochloo palaestinae-Linarietum nigricantis* et l'*Iflogo spicatae-Silenetum adscendentis*. Les auteurs présentent un tableau concernant l'*Eryngio-Plantaginetum ovatae* Esteve 1973 (*Stipion retortae* Br. Bl. ex Bolós 1956) qui coexiste avec les groupements précédents. Pour chacun d'entre eux ils indiquent son écologie, sa chorologie et sa dynamique. Finalement, ils proposent un schéma syntaxonomique pour les associations sabulicoles qui se développent dans le sud-est de la Péninsule Ibérique.

MOTS-CLES : *Anthyllido-Malcolmion*, pelouses thérophytiques, végétation sabulicole, phytosociologie

RESUMEN

Los autores estudian desde el punto de vista fitosociológico los pastizales terofíticos del orden *Malcolmietalia*. Tras una revisión bibliográfica, se describen dos nuevas asociaciones encuadradas en la alianza *Anthyllido-Malcolmion* : *Ammochloo palaestinae-Linarietum nigricantis* e *Iflogo spicatae-Silenetum adscendentis*. Entre las tablas que se presentan figura una correspondiente a la asociación *Eryngio-Plantaginetum ovatae* (*Stipion retortae*) que coexiste con las comunidades precedentes. Para cada asociación se indica su ecología, corología y dinámica. Por último, se propone un esquema sintaxonómico para las asociaciones sabulícolas que pueden reconocerse en el sudeste de la Península Ibérica.

PALABRAS CLAVE : *Anthyllido-Malcolmion*, pastizales terofíticos, vegetación psammófila, fitosociología

INTRODUCCION, AREA DE ESTUDIO Y METODOLOGIA

Los pastizales terofíticos del sureste semiárido de la Península Ibérica, extraordinariamente complejos y diversos, han sido objeto de estudio fitosociológico en numerosas ocasiones. En su recorrido pormenorizado, estos trabajos han tratado aspectos referentes a estas comunidades terofíticas dentro de obras más amplias sobre vegetación (RIGUAL, 1972 ; ESTEVE, 1973 ; ALCARAZ, 1984 ; ALCARAZ *et al.* 1987, 1989 y 1991 ; BOLÓS, 1956, 1957 y 1967 ; PEINADO *et al.*, 1985, etc.) o se refieren a ellos de forma más concreta (MONTserrat, 1961 ; Díez GARRETAS *et al.* 1978 ; Díez GARRETAS 1982 ; FERRE *et al.* 1985 ; IZCO 1974 ; RIVAS MARTÍNEZ 1978 ; RIVAS GODAY, 1957 ; etc.).

Sin embargo, hasta ahora no había sido abordado el estudio de este tipo de comunidades

en áreas como los Campos de Níjar y Tabernas, donde estos pastizales efímeros cubren enormes extensiones, salpicadas de cuando en cuando por algunos azufafos (*Ziziphus lotus*) y, sobre todo, retamas (*Retama sphaerocarpa*). El aspecto característico de este paisaje es una llanura cubierta de pastos efímeros durante la temprana primavera almeriense, entre los que emergen los arbustos mencionados anteriormente. Estas formaciones presentan un fuerte condicionamiento edáfico : suelos muy pobres, por la naturaleza de los materiales (arenas aluviales) y secos, por su textura. El tradicional uso ganadero de estas llanuras, en parte debido a su aridez y a su escasa vocación agrícola, también aparece reflejado en la composición de los pastos, en los que la acción del pastoreo, la microtopografía y variaciones en la textura del suelo, junto a los microhábitats que crean los arbustos, componen un abigarrado mosaico vegetal.

El objeto de nuestro estudio ha sido caracterizar los distintos tipos de pastizales que allí se presentan, de acuerdo con el método sigmatista o braunblanquetiano, aunque en este caso nos centramos en aquellos de mayor carácter psammófilo. En el conjunto del área estudiada pueden distinguirse dos zonas claramente diferenciadas en el sur y centro de la provincia de Almería (fig.1) :

Los Campos de Níjar : situados en el sureste de la provincia almeriense, dentro del término municipal de Níjar, con una altitud que oscila entre los 150 y 250 m., ocupando la extensa planicie existente entre la base de S^a Alhamilla y la S^a del Cabo de Gata. Los suelos más frecuentes en este territorio poseen bajos contenidos en arcillas y carbono orgánico, y escasa capacidad de retención de agua (PÉREZ PUJALTE ET OYONARTE 1989).

Las condiciones imperantes, piso termomediterráneo y ombroclima semiárido, dan lugar a que la vegetación dominante sea la propia de la serie del *Zizipheto loti* S.

Los Campos de Tabernas : se encuentran en la zona central de la provincia, con una altura media entre los 500 y los 600 m., y limitados al norte y sur, respectivamente, por las sierras de los Filabres y de Alhamilla. El material a partir del que se han originado los suelos está constituido por depósitos aluviales, compuestos de arenas procedentes del arrastre de estas sierras ; la pendiente oscila entre un 2 y un 6%. Los suelos no presentan carbonato cálcico y las texturas son arenosas. Los contenidos en materia orgánica son bajos y el horizonte A es un ócrico. Los pH son siempre alcalinos y los valores de agua útil extraordinariamente bajos, al igual que la capacidad de cambio, todo en relación con su bajo contenido en arcilla (PÉREZ PUJALTE ET OYONARTE, 1987).

Todo este territorio queda incluido en el piso mesomediterráneo, horizonte inferior, bajo un ombroclima semiárido ; estas condiciones se corresponden con la serie del *Bupleuro-Pistacieto lentisci* S.

El área de todos los inventarios incluidos en las tablas es de 1m², ya que se había comprobado previamente que en todos los casos el área mínima era inferior a esta superficie.

La nomenclatura de los táxones que aparecen en las tablas y texto está de acuerdo con la que aparece en CASTROVIEJO *et al.* (1986, 1990) y TUTIN *et al.* (1964-1980).

RESULTADOS

Ammochloa palaestinae-Linarietum nigricantis as. nova

Pastizales terofíticos abiertos de desarrollo efímero que se presentan sobre suelos de textura arenosa (fluvisoles calcáreos) y muy pobres en arcilla, lo que les confiere una baja capacidad de retención de agua. Su área meridional abarca desde las estribaciones de S^a Alhamilla hasta el piedemonte occidental de la S^a del Cabo de Gata (Campos de Níjar), todo ello territorio termomediterráneo. Más al norte se presenta entre la vertiente sur de la S^a de los Filabres y S^a Alhamilla (Campos de Tabernas), ocupando el horizonte inferior mesomediterráneo. En el mapa de localización (fig. 1) las áreas que aparecen señaladas coinciden con el área de esta asociación.

Desde el punto de vista corológico el área queda englobada en el sector Almeriense, subsector Almeriense Occidental (MORALES *et al.* 1985 ; ALCARAZ *et al.* 1991), distritos Tabernense y Nijareño-Alhamillense (MORALES *et al.* l.c.). La inclusión de esta asociación dentro del orden *Malcolmetalía* y más concretamente en el seno de la alianza *Anthyllido-Malcolmion* se apoya tanto en el fuerte condicionamiento ecológico como en su composición florística : *Ammochloa palaestina*, *Ifloga spicata*, *Leysera leyseroides*, *Lobularia libyca*, *Polycarpon diphyllum*, etc. El endemismo *Linaria nigricans* es el elemento que mejor caracteriza a la asociación.

Junto a este conjunto florístico, en su facies típica, esta asociación presenta un importante cúmulo de elementos de la clase *Tuberarietea* y el orden *Trachynetalia*. Tal combinación cede en favor del agregado propio de la alianza *Stipion capensis* cuando existe una mayor compactación de la capa superficial del suelo junto a una mayor influencia del pastoreo, lo que puede favorecer también a elementos como *Cynodon dactylon* y *Plantago albicans* que aprovechan también su mayor profundidad de enraizamiento para formar agrupaciones más o menos densas.

Holotipo : Tabla1, inventario 1

Ifloga spicatae-Silenetum adscendentis as. nova

Comunidad de terofitos muy dispersos restringida a los lechos de ramblas arenoso-gravosas muy fácilmente erosionables. La textura del sustrato vuelve a ser el factor limitante, en este caso junto a los arrastres periódicos que suelen limitar una colonización permanente de

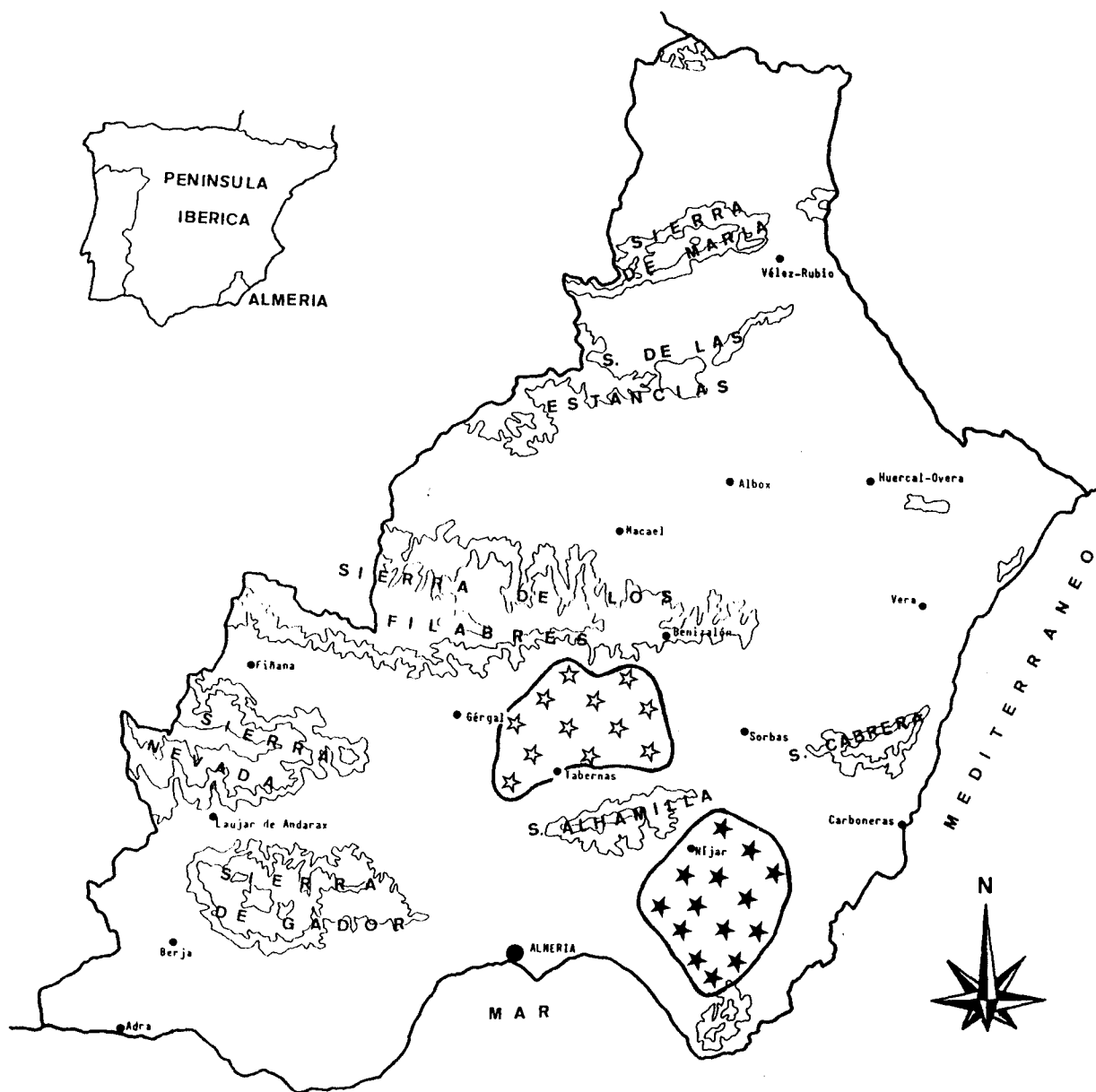


Figura 1.- ★ Localidad Campos de Níjar.
☆ Localidad Campos de Tabernas.

Tabla 1

Ammochloa palaestinae-Linarietum nigricantis as. nova

Nº de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Características de asociación y alianza										
<i>Linaria nigricans</i>	2	1	2	2	+	1	+	2	+	1
<i>Leysera leyseroides</i>	.	+	.	1	+	.	1	1	+	1
<i>Ifloga spicata</i>	1	.	.	+	2	1	.	1	1	1
<i>Ammochloa palaestina</i>	1	.	.	1	+	1	.	.	+	+
<i>Lobularia libyca</i>	1	1	.	+	1	1	.	.	.	.
Características de orden y clase										
<i>Medicago littoralis</i>	2	2	1	2	1	2	.	.	.	2
<i>Lagurus ovatus</i>	3	3	3	+	+	.	.	.	.	.
<i>Silene sclerocarpa</i>	2	+	.	1	.	.	+	.	.	.
<i>Desmazeria rigida</i>	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex bucephalophorus</i>	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Polycarpon diphylum</i>	+	.	.	+	.	1	.	.	.	.
<i>Hedypnois arenaria</i>	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia exigua</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hippocrepis ciliata</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Compañeras										
<i>Stipa capensis</i>	.	.	+	1	+	+	1	1	+	+
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	1	2	3	2	1	1	1	.	.	.
<i>Reichardia tingitana</i>	.	+	1	+	+	+	+	.	+	.
<i>Lophochloa pumila</i>	+	+	.	1	1	.	+	2	+	+
<i>Cynodon dactylon</i>	2	2	2	1	.	.	.	2	2	.
<i>Minuartia mediterranea</i>	.	.	.	.	+	.	+	2	2	.
<i>Plantago albicans</i>	.	.	.	2	2	2	2	.	.	+
<i>Filago fuscescens</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	1	.
<i>Filago desertorum</i>	.	.	.	.	+	1	+	+	.	.
<i>Bromus rubens</i>	2	.	2	+	+	+	.	.	.	+
<i>Aegilops neglecta</i>	1	.	+	.	.	.	+	.	.	.
<i>Euphorbia pepelis</i>	.	+	+	+	.	.	.	.	.	1
<i>Erodium chium</i>	.	+	1	+	.	+	.	.	.	1
<i>Crassula tillaea</i>	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.
<i>Linum strictum</i>	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago afra</i>	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eruca longirostris</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia falcata</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.

Además : *Clypeola microcarpa* + y *Convolvulus althaeoides* +, en 2; *Eryngium ilicifolium* 1, *Limonium echinoides* +, *Lamarckia aurea* +, en 4; *Plantago ovata* 1, *Calendula tripterocarpa* 1, *Carrichtera annua* +, en 6; *Lasiopogon muscoides* 1, *Schimus barbatus* 1 y *Eryngium campestre* + en 10.

Localidades : 1, 2 y 3 : Almería, Campos de Níjar, pr. Campohermoso, 30SWF7690, 20-IV-92, 200 m. 4 : AL, Campos de Níjar, Rambla de la Cañada, 30SWF7690, 8-IV-92, 170 m. 5 : AL, Campos de Níjar, pr. Ctjo. Los Vargas, 30SWF7791, 25-IV-92, 230 m. 6 : Campos de Tabernas, Rambla del Peral, 30SWG5702, 13-IV-92, 490 m. 7 : AL, Campos de Tabernas, pr. Rambla de los Rincones, 30SWG5407, 1-V-92, 600 m. 8, 9 y 10 : AL, Campos de Tabernas, pr. Rambla de la Galera, 30SWG5405, 1-V-92, 540 m. 11 : AL, Campos de Tabernas, pr. Estación Solar, 30SWG5706, 18-III-87, 520 m. Todos los inventarios tienen un área de 1 m² y una pendiente nula.

estos cauces. El área de esta asociación excede al de la anterior y ocupa la totalidad de los Campos de Tabernas y Níjar.

También queda restringida al sector Almeriense, subsector Almeriense occidental. Su inclusión en la alianza *Anthyllido-Malcolmion* es la más acorde con su composición florística y requerimientos ecológicos, es decir, suelos arenosos no sometidos a maresía. En este último carácter difiere también *Silene littorea* subsp. *adscendens* de la subespecie tipo. Otras especies que apoyan esta inclusión son *Polycarpon diphylum* e *Ifloga spicata*.

Holotipo : Tabla 2, inventario 7

Eryngio ilicifolii-Plantaginetum ovatae Esteve 1973

Pastizales de cobertura variable, pero en general densos, que emergen en primavera temprana y comienzan a secarse muy pronto. Su rango termoclimático ocupa toda la franja termomediterránea y el horizonte inferior mesomediterráneo, si bien en este último notablemente empobrecida.

El área de esta asociación, murciano-almeriense con irradiaciones a territorios vecinos (ALCARAZ *et al.*, 1991) hace que puedan reconocerse diversas variantes corológicas o ecológicas. Cuando se produce una compactación superficial del suelo la comunidad se enriquece en terófitos con enraizamiento muy superficial, como las especies del género *Filago*, incluso crasifolios como es el caso de *Crassula tillaea*. (Tabla 3).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El análisis detallado de los pastizales terófitos de los Campos de Níjar y Tabernas ha permitido reconocer, además de los pastizales subnitrófilos de la as. *Eryngio ilicifolii-Plantaginetum ovatae* (*Stipion capensis*, *Bromenalia rubenti-tectori*), dos nuevas asociaciones de carácter sabulícola, *Ammochloa palaestinae-Linarietum nigricantis* e *Ifloga spicatae-Silenetum adscendentis* (*Anthyllido-Malcolmion*, *Malcolmietalia*). La primera es claramente dominante en el paisaje, debido a la alteración del suelo motivada por las prácticas ganaderas y agrícolas hoy en desuso (cultivos cerealistas extensivos de ciclo corto). La compactación y nitrificación del suelo originada por estas actividades favorece claramente en la competencia a esta comunidad ; además, su mayor

talla, cobertura y desarrollo fenológico más prolongado la hacen más conspicua.

Entre estos pastos dominantes, ocupando estaciones de sustrato no compactado, se reconocen los prados de *Linaria nigricans*, de menor porte y más efímeros, que difieren de los anteriores por la presencia de elementos sabulícolas como *Polycarpon diphylum*, *Ammochloa palaestina*, *Ifloga spicata*, *Leysera leyseroides* y *Lobularia libyca*, que aconsejan su inclusión en *Anthyllido-Malcolmion*. La distancia al mar y ausencia de maresía impide la llegada de elementos propios de la al. *Linarion pedunculatae*, que sólo se ha puesto de manifiesto hasta ahora, dentro del sector Almeriense, en la Punta del Sabinar (PEINADO *et al.* 1985), subsector Abderitano-Ejidense (MORALES *et al.* 1985). En esta misma localidad se describió la as. *Wahlenbergio nutabundae-Loeflingietum hispanicae* (FERRE *et al.* 1985), en la que no aparecen los elementos característicos *Linaria nigricans*, *Ammochloa palaestina*, *Leysera leyseroides*, *Lobularia libyca*, etc.

Las ramblas que surcan los Campos de Níjar y Tabernas presentan en su lecho estaciones arenosas sujetas a desplazamientos intermitentes por las avenidas de agua en forma torrencial. Se trata de un hábitat claramente delimitado, aún más selectivo que el anterior, por lo que las comunidades terófitas que las colonizan son florísticamente también más pobres. En ellas se integra *Silene adscendens* como elemento dominante. La ausencia de maresía y la presencia de los elementos sabulícolas *Polycarpon diphylum* e *Ifloga spicata* aconsejan su inclusión en *Anthyllido-Malcolmion*. Cuando el sustrato es cascajoso y no arenoso, esta comunidad es desplazada por la as. *Lactuco-Silenetum inapertae* O.Bolós 1957.

La dualidad ecológica de las comunidades sabulícolas, según están sujetas a la influencia de la maresía (*Linarion pedunculatae*) o no (*Anthyllido-Malcolmion*) sólo se ha puesto de manifiesto en los territorios mediterráneo-iberoatlánticos, con irradiaciones en el sector Almeriense (Punta del Sabinar). En las provincias catalano-valenciano-provenzal y Baleárica todas las comunidades terófitas de arenas termófilas se incluyen en una sola alianza : *Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae* (RIVAS MARTINEZ *et al.* 1992).

De acuerdo con lo anterior, el esquema sintaxonómico del orden *Malcolmietalia* para las arenas del litoral mediterráneo ibérico (incluidas las Islas Baleares) queda como sigue :

Tabla 2

Iflogo spicatae-Silenetum adscendentis as. nova

Nº de orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Características de asociación y unidades superiores										
<i>Silene adscendens</i>	2	1	1	2	2	2	2	1	2	2
<i>Polycarpon diphyllosum</i>	.	.	+	+	+	1	1	1	.	.
<i>Iflogo spicata</i>	+	.	2	1	.	.	1	1	.	1
<i>Silene inaperta</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+
<i>Leysera leyseroides</i>	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.
<i>Astragalus beticus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Compañeras										
<i>Stipa capensis</i>	1	1	1	+	+	.	+	.	.	+
<i>Bromus rubens</i>	.	.	+	+	.	+	1	1	.	+
<i>Desmazeria rigida</i>	.	.	.	+	+	+	1	1	.	1
<i>Silene sclerocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1
<i>Rumex bucephalophorus</i>	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Andryala ragusina</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aegilops neglecta</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+

Además : *Ononis sicula* 2, *Asphodelus tenuifolius* +, *Erodium chium* + y *Ulex parviflorus* +, en 1 ; *Filago desertorum* 1, en 3 ; *Limonium echioides* +. *Stipa capensis* +, en 8 ; *Medicago litoralis* +, *Lophochloa pumila* +, *Lolium rigidum* +, *Roemeria hybrida* y *Synapis alba* +, en 10.

Localidades : 1 a 3 : Almería, Campos de Níjar, Rambla del Pantano 30SWF7690, 25-IV-92, 210 m. 4 a 10 : AL, Campos de Tabernas, Rambla del Peral, 30SWF5702, 10-V-92, 460 m. Todos los inventarios tienen un área de 1 m² y una pendiente nula.

TUBERARIETEA GUTTATAE 5Br. Bl. 1952) Rivas Martínez 1978

+ MALCOLMIETALIA Rivas Goday 1957

* *Linaria pedunculatae* Díez Garretas, Asensi & Esteve 1978

Ononido variegatae-Linarietum pedunculatae Díez Garretas, Asensi & Esteve 1978 (Bética y Gaditano-Onubo-Algarbiense)

Triplachno nitentis-Silenetum ramosissimae Peinado & al. 1985 (Almeriense : Punta del Sabinar)

* *Anthyllido-Malcolmion* (Rivas Goday 1957) Rivas Martínez 1978

Wahlenbergio nutabundae-Loeflingietum hispanicae Alcaraz & al. in Ferre & al. 1985 (Almeriense : Punta del Sabinar)

Ammochloo palaestinae-Linarietum nigricantis Mota, Cabello, Gómez Mercado & Peñas *as. nova* (Sector Almeriense)

Iflogo spicatae-Silenetum adscendentis Mota, Cabello, Gómez Mercado & Peñas *as. nova* (Sector Almeriense)

* *Maresio nanae-Malcolmion ramosissimae* (Rivas Martínez 1978) Rivas Martínez, Costa & Loidi 1992

Erodio-Malcolmietum parviflorae (ramosissimae) Rivas Goday 1957 (= *Loeflingio hispanicae-Maresietum nanae* Alcaraz & al. 1987) (Valenciano-tarraconense)

Malcolmio-Vulpietum membranaceae O. Bolós & al. 1970 (Menorquina)

Chaenorhino formenterae-Silenetum cambessedesii Rivas Martínez & al. 1992 (Pitiúsica)

Vulpiello tenuis-Cutandietum maritimae Rivas Martínez & al. 1992 (Pitiúsica)

Tabla 3

Nº de orden	<i>Eryngio ilicifolii-Plantaginetum ovatae</i> Esteve 1973									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Características de asociación y unidades superiores										
<i>Stipa capensis</i>	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4
<i>Filago desertorum</i>	1	+	+	+	.	1	1	1	2	.
<i>Filago fuscescens</i>	.	+	+	+	+	.	.	.	.	+
<i>Plantago ovata</i>	1	+	1	.	.	+	2	2	.	.
<i>Eryngium ilicifolium</i>	.	1	.	.	.	1	+	.	.	.
<i>Asphodelus tenuifolius</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reichardia tingitana</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+
<i>Bromus rubens</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Calendula tripterocarpa</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.
Compañeras										
<i>Crassula tillaea</i>	2	+	2	.	2	1	+	.	.	2
<i>Minuartia mediterranea</i>	2	1	+	.	.	1	+	.	1	+
<i>Medicago litoralis</i>	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ifloga spicata</i>	.	+	.	+	2	.	.	.	+	.
<i>Lophochloa pumila</i>	+	+	+	.	.	.	.	2	+	+
<i>Silene sclerocarpa</i>	1	+	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cynodon dactylon</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1
<i>Tolpis umbellata</i>	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Limonium echinoides</i>	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
<i>Clypeola microcarpa</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.

Además : *Desmazeria rigida* +, *Lagurus ovanus* + y *Euphorbia falcata* +, en 2 ; *Erodium chium* 1, en 3 ; *Leysera leyseroides* + y *Linum strictum* +, en 4 ; *Polycarpon diphyllum* +, en 5 ; *Plantago albicans* +, en 9.

Localidades : 1, 2 y 3 : Almería, Campos de Níjar, pr. Campohermoso, 30SWF7690, 20-IV-92, 200 m. 4 y 5 : AL, Campos de Níjar, pr. Ctjo. Los Vargas, 30SWF7791, 25-IV-92, 230 m. 6 y 7 : AL, Campos de Tabernas, Llanos del Duque, 30SWF4898, 13-IV-91, 340 m. 8, 9 y 10 : AL, Campos de Tabernas, pr. Rambla Lanujar, 30SWF4898, 9-V-92, 300 m. Todos los inventarios tienen un área de 1 m² y una pendiente nula.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALCARAZ, F. 1984. Flora y vegetación del NE de Murcia. *Publ. Univ. de Murcia* : 404 pag.
- ALCARAZ, F., MATEO, G., FIGUEROLA, R., DIEZ, B. et ASENSI, A. 1987. El Orden *Malcolmetalía* Rivas Goday 1957 en el litoral mediterráneo ibérico. *Studia Botanica* 6 : 47-51.
- ALCARAZ, F., DÍAZ, T.E., RIVAS MARTÍNEZ, S. et SANCHEZ GOMEZ, P. 1989. Datos sobre la vegetación del sureste de España : provincia biogeográfica Murciano-Almeriense. *Itinera Geobotanica* 2 :5-133. León.
- ALCARAZ, F., SANCHEZ GOMEZ, P., DE LA TORRE, A., RIOS, S. et ALVAREZ ROGEL, J. 1991. Datos sobre la vegetación de Murcia (España). DM y PPU. Murcia.
- BOLOS, O. 1956. Algunos datos sobre la vegetación del Montgó. *Publ. Fac. Cienc. Univ. Barcelona. Homenaje a F. Pardillo Vaquer* : 191-197.
- BOLOS, O. 1957. De vegetatione valentina I. *Collect. Bot.* 4(2) : 527-596.
- BOLOS, O. 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Mem. Real Acad. Ci. Artes Barcelona* 38(1) : 1-269.

- CASTROVIEJO, S. *et al.* (Ed.) 1986-1990. Flora Ibérica. Vols. I y II. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- DIEZ GARRETAS, B. 1982. Vegetación psammófila de las costas almerienses. *Homenaje almeriense al botánico Rufino Sagredo*. IEA.
- DIEZ GARRETAS, B., ASENSI, A. et ESTEVE, F. 1978. Pastizales terofíticos de playas y dunas en el sur de la Península Ibérica. *Colloques Phytosociologiques* 6 :73-79. Lille.
- ESTEVE, F. 1973. Vegetación y flora de la región central y meridional de Murcia. *C.E.B.A.S.* : 451 pag.
- FERRE, E., DIEZ GARRETAS, B. et ASENSI, A. 1985. Relaciones geomorfología-vegetación en el litoral sudeste de la provincia de Almería (España). *Documents Phytosociologiques N.S.* 9 :445-454. Camerino.
- IZCO, J. 1974. Influence du substrat dans la composition floristique des *Thero-Brachypodieytea*. *Colloques Internationaux du C.N.R.S.* 235 : 447-456.
- MONTSERRAT, P. 1961. Contribución al conocimiento de los pastos murciano-almerienses. *Arch. Inst. Acl.* 10 : 17-31.
- MORALES, C., CUETO, M., GUIRADO, J., MOTA, J.F. et ORTEGA, A. 1985. Area potencial de *Tetraclinis articulata* (Vahl.) Masters (sabino) en la provincia de Almería. Inst. de Est. Almerienses. Excma. Diputación Provincial de Almería (inéd.).
- PEINADO, M., MARTINEZ, J.M., ALCARAZ, F., GARRE, M. et DE LA CRUZ, M. 1985. Sobre los ecosistemas de dunas y playas murciano-almerienses : Punta del Sabinar (Almería, España). *Doc. Phytosociol. N.S.* 9 : 319-335.
- PEREZ PUJALTE, A. et OYONARTE, C. 1987. Mapa de suelos de Tabernas (Hoja 1030, escala 1 :100.000). Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- PEREZ PUJALTE, A. et OYONARTE, C. 1989. Mapa de suelos de Almería (Hoja 1045, escala 1 :100.000). Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- RIGUAL, A. 1972. Flora y vegetación de la provincia de Alicante. *Instituto de Estudios alicantinos*, 2(1) : 403 p.
- RIVAS GODAY, S. 1957. Nuevos órdenes y alianzas de *Helianthemetea annua* Br. Bl. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 15 : 539-651.
- RIVAS MARTINEZ, S. 1978. Sur la syntaxonomie des pelouses therophytiques de L'Europe occidentale. *Coll. Phytosoc.* 6 : 55-71.
- RIVAS MARTINEZ, S. ; COSTA, M. et LOIDI, J. 1992. La vegetación de las islas de Ibiza y Formentera (Islas Baleares, España). *Itinera Geobotanica* 6 :99-236.
- TUTIN *et al.* (Ed.) 1964-1980. Flora Europaea. Vols. 1-5. Cambridge University Press.

Etude de quelques caractéristiques germinatives des semences de *Salsola vermiculata* var. *villosa* (Delile) Moq. Tan.

Mohamed NEFFATI*, Noureddine AKRIMI*, Tillo BEHAEGHE**

RESUME

Salsola vermiculata L., est une espèce pastorale très commune dans les zones arides de l'Afrique du Nord et du Moyen Orient. Malgré leur grande aptitude germinative les semences de cette espèce sont caractérisées par une courte longévité.

L'étude des caractéristiques germinatives des semences de la variété *villosa* (Delile) Moq. Tan., a montré que son optimum thermique en phase de germination se situe entre 10 et 25°C.

A la température optimale la capacité germinative des semences dépasse 90 % au bout de 48 heures. Cette capacité germinative est d'autant plus élevée que les semences sont plus fraîchement récoltées. Au bout de 16 mois la capacité germinative qui reste supérieure à 90 % chez les semences séchées et conservées à faible température (5°C) descend à 75,5% chez les semences séchées et conservées hermétiquement dans les conditions ambiantes, alors qu'elle chute à 22 % au bout de six mois seulement dans les conditions ambiantes de conservation.

L'étude de l'effet du stress hydrique simulé sur la germination a révélé une forte tolérance de *Salsola vermiculata* var. *villosa* vis-à-vis du déficit hydrique au moment de la germination. A - 10 bars la capacité germinative des semences est encore de 80 %.

MOTS-CLES : *Salsola vermiculata* var. *villosa* (Delile) Moq. Tan., germination, zone aride

ABSTRACT

Salsola vermiculata L. is a very common pastoral specie in the arid zones of North Africa and the Middle East. Although the seeds show high germination rates just after harvest, their lifetime is limited.

The germination characteristics of the seeds of the variety *villosa* (Delile) Moq. Tan. have been studied. The experiments have revealed an optimum germination temperature between 10 and 25°C. At optimum temperature the germination rate is higher than 90 % within 48 hours. The sooner after harvest the seeds are allowed to germinate, the higher are their germination rates. Seeds that have been stocked for six months at ambient conditions showed germination rates of only 22 %. However, dried seeds that had been stocked for 16 months at low temperatures (5°C) maintained germination rates higher than 90 %. Intermediate results have been obtained with dried seeds that had been stocked for 16 months in air-tight containers at ambient conditions ; their germination rates had fallen back to 75,5 %.

Germination rates at -10 bars of simulated moisture stress were still 80 %, suggesting a high tolerance towards this dominant stress factor.

KEYWORDS : *Salsola vermiculata* var. *villosa* (Delile) Moq. Tan., germination, arid zone

INTRODUCTION

Salsola vermiculata L. est une espèce saharo-sindienne et méditerranéenne à vaste répartition géographique (OZENDA, 1977 ; QUEZEL et SANTA, 1962/1963).

Au Proche et au Moyen Orient l'espèce a été mentionnée en Egypte où elle s'étend sur la côte

de la Mer Rouge jusqu'au Soudan, en Palestine, en Jordanie, en Syrie, en Irak, au nord de l'Arabie, en Iran et même en Afghanistan (SANKARY, 1978).

En Afrique du Nord *Salsola vermiculata* est commune dans tous les pays du Maghreb et se développe sur les terrains un peu salés de la zone présaharienne et jusque dans les montagnes du Sahara.

En Tunisie la variété *villosa* est commune dans les zones dépressionnaires ainsi que dans les plaines alluviales salées du Centre jusqu'à

* Institut des Régions Arides - 4119 Medenine - Tunisie

** Laboratoire de phytotechnie, de sélection de plantes et d'herbologie de la Faculté Agronomique de l'Université de Gent - Belgique

l'extrême Sud (LE FLOC'H *et al.*, 1989).

En Syrie la variété *rigida* est utilisée à grande échelle pour la révégétation des terres à pâturage par réensemencement (SANKARY, 1978). Toutefois SANKARY et BARBOUR (1972) constatent que malgré leur grande aptitude germinative les semences de cette variété perdent leur faculté germinative au bout de neuf mois lorsqu'elles sont conservées dans les conditions ambiantes.

En Afrique du Nord et à l'exception de la description botanique de l'espèce dans les diverses flores et bien qu'elle ait été signalée parmi plusieurs autres espèces de la région dans le cadre d'un certain nombre d'inventaires (NEFFATI *et al.*, 1986 ; SITOUH, 1989 ; BIROUK *et al.*, 1991) aucun intérêt n'a été accordé aux aspects pratiques de son utilisation pour le resemis de parcours ni même à son étude en station ou au laboratoire.

Compte tenu de l'intérêt pastoral de cette espèce (DEIRI, 1990 ; LE HOUEIROU et IONESCO, 1973) et de son intérêt médical (BIROUK *et al.*, 1991) d'une part et des problèmes relatifs à la viabilité de ses semences d'autre part, nous avons effectué un certain nombre d'essais de germination sur des lots de semences de la variété *villosa* particulièrement intéressante pour la révégétation des parcours dégradés en Tunisie présaharienne et plus généralement en Afrique du Nord.

Parmi les nombreux problèmes entravant la promotion et la diffusion des techniques de réhabilitation, nous abordons ici l'étude des effets des facteurs hydriques et thermiques sur la germination ainsi que l'étude de longévité des semences en fonction des conditions de leur conservation.

MATERIELS ET METHODES

Les semences de *Salsola vermiculata* var. *villosa* (Delile) Moq. Tan. utilisées dans les différents essais ont été collectées au champ durant le mois de novembre des années 1990 et 1991 au moment où elles étaient sur le point d'être disséminées. Elles peuvent donc être considérées comme étant morphologiquement mûres. Après la collecte, les semences étaient séparées de leurs périanthes avant leur utilisation.

Tests de germination

Les tests de germination ont été effectués en boîtes de Pétri (9 cm de diamètre) où les

semences sont déposées sur deux couches de papier buvard imbibées par 4 ml d'eau distillée. Les boîtes de Pétri contenant chacune 50 graines sont déposées en étuve permettant l'application de températures stables. Pour chaque traitement quatre répétitions portant chacune sur 50 semences ont été effectuées.

Les tests de germination qui ont duré 15 jours chacun se sont déroulés à l'obscurité sauf au moment des dénombrements qui sont effectués tous les 2-3 jours.

Traitements pratiques

Effet de la température

Le lot de semences utilisé est celui collecté au mois de novembre 1990. Les essais de germination ont été effectués aux températures suivantes : 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 et 40°C. L'idéal aurait été de tester l'effet de la température sur des lots de semences au même âge. Ne disposant que de deux étuves les essais ont été effectués par couple de températures tous les 15 jours à partir du premier mois après la collecte des semences jusqu'au troisième mois.

Afin de minimiser l'effet de différence d'âge, les semences testées ont été séchées et conservées hermétiquement dans les conditions de laboratoire avant leur utilisation.

Nous verrons dans la suite du texte qu'ainsi conservées l'effet du vieillissement des semences durant les quatre premiers mois, période correspondante à la durée des essais relatifs à l'étude de l'effet de la température, est négligeable.

Effet du stress hydrique simulé

Les semences testées ont été collectées au mois de novembre 1991. Les tests de germination ont été effectués à la température constante de 15°C, trois mois après la collecte des semences qui ont été séchées et conservées en chambre froide à 5°C.

Des solutions de polyéthylène glycol 6000 (PEG 6000) de concentrations croissantes ont été utilisées pour simuler les différents niveaux de stress hydrique testés : 0 bar (Témoin), -1, -3, -7, -10 et -16 bars. Les concentrations des différentes solutions de PEG 6000 étaient calculées sur la base de l'équation formulée par MICHEL et KAUFMAN (1973) établissant les relations entre la concentration en PEG 6000, la pression osmotique et la température. Les solutions ont été utilisées à raison de 10 ml par boîte de Pétri contenant chacune 15 gr de billes de verre de

2 mm de diamètre disposées sous les deux couches de papier filtre. Afin d'éviter durant les essais, de possibles variations du potentiel hydrique liées à l'accroissement de la concentration des solutions sous l'effet de l'évaporation il a été procédé, lors des dénombrements à des ajustements par addition de quantités adéquates d'eau distillée (évaluées lors d'un essai à blanc).

Détermination des conditions optimales de conservation des semences

Les semences utilisées ont été collectées au mois de novembre 1990. Après la collecte les semences étaient divisées en deux lots, le premier lot a été conservé dans un sac en toile dans les conditions de laboratoire sans aucun conditionnement. Le deuxième lot a été séché dans un dessiccateur contenant du silicagel déposé, pendant trois jours, dans une étuve où la température varie entre 40 et 44°C.

Après ce traitement la teneur en eau des semences est ramenée de 8 % (avant le séchage) à 2 % (séchage à 80°C pendant 5 heures). Il y a lieu de signaler que cette teneur serait plus élevée si elle était déterminée par les méthodes d'ISTA (1985) ou d'AGRAWAL (1980) où le séchage s'effectue à une température supérieure à 100°C pendant 17 heures.

Après séchage les semences du deuxième lot étaient emballées hermétiquement dans des flacons en verre et dont la moitié était conservée en chambre froide à 5°C et l'autre moitié était conservée en conditions ambiantes.

Sur ces trois lots (séché et conservé en chambre froide, séché et conservé au laboratoire et témoin) des essais de germination, à 15°C et en absence de lumière, ont été effectués, d'abord tout de suite après la récolte, puis au printemps 1991, à l'automne 1991 et au printemps 1992.

Définitions

Les résultats de l'ensemble des essais sont exprimés en référence à un certain nombre de paramètres définis ainsi qu'il suit :

- Germination : aux moments des comptages nous avons considéré comme germées, les semences dont les radicules se sont visiblement allongées (COME, 1970 ; OUYAHYA, 1983) sans se soucier du devenir de la semence et du fait qu'elle eût été ou non capable de donner ultérieurement une plante satisfaisante telle que définie par les règles de l'I.S.T.A (1985). En outre, le développement de la gemmule a été également considéré comme indicateur de germination, étant donné que chez

un fort taux de semences la gemmule se développe avant la radicule. Ce taux a été évalué par (SANKARY et BARBOUR, 1972) à 50-60 %.

- Vitesse de germination : elle a été appréciée par le temps moyen de germination : $(TGM = (ni \cdot ji) / N)$ où ni représente le nombre de graines germées le jour ji et N le nombre total de graines germées qui représente l'inverse x 100 du «coefficient de Vitesse» de Kotowski (in COME, 1968).

Dans l'essai de détermination des conditions de conservation il a été procédé, en plus des comptages réguliers des semences germées, à la détermination en fin d'expérimentation, du nombre de semences pourries et de celles qui n'ont pas germé.

L'erreur standard pour $\alpha=0,05$ est obtenue par la formule :

$$\frac{x + 2}{n} \quad \frac{x(n-x)}{n^3}$$

(DAGNELIE, 1975) dans laquelle n est l'effectif de l'échantillon et x est le nombre de graines germées observées sur l'échantillon.

RESULTATS

Effet de la température

La figure 1 montre que les semences de *Salsola vermiculata* var. *villosa* germent à des taux très élevés sous la gamme de températures variant entre 5 et 25°C. A 40°C la capacité germinative des semences n'est que de 34,5 %. La prise en considération de l'intervalle de confiance permet de définir trois niveaux de températures permettant une germination plus ou moins importante des semences :

- gamme de températures variant entre 5 et 25°C et engendrant une capacité germinative de l'ordre de 90 %,

- température variant entre 30 et 35°C et permettant une capacité germinative voisine de 70 %,

- températures relativement élevées (>40°C) affectant visiblement la germination.

Le temps moyen de germination (TMG) était très faible à toutes les températures testées. Il était de l'ordre de deux jours aux températures comprises entre 10 et 20°C. Au delà et en deçà de cette gamme de températures la germination est retardée puisque le TMG devient le double de celui correspondant aux températures variant entre 10 et 20°. De telles températures peuvent donc être considérées comme optimales pour la

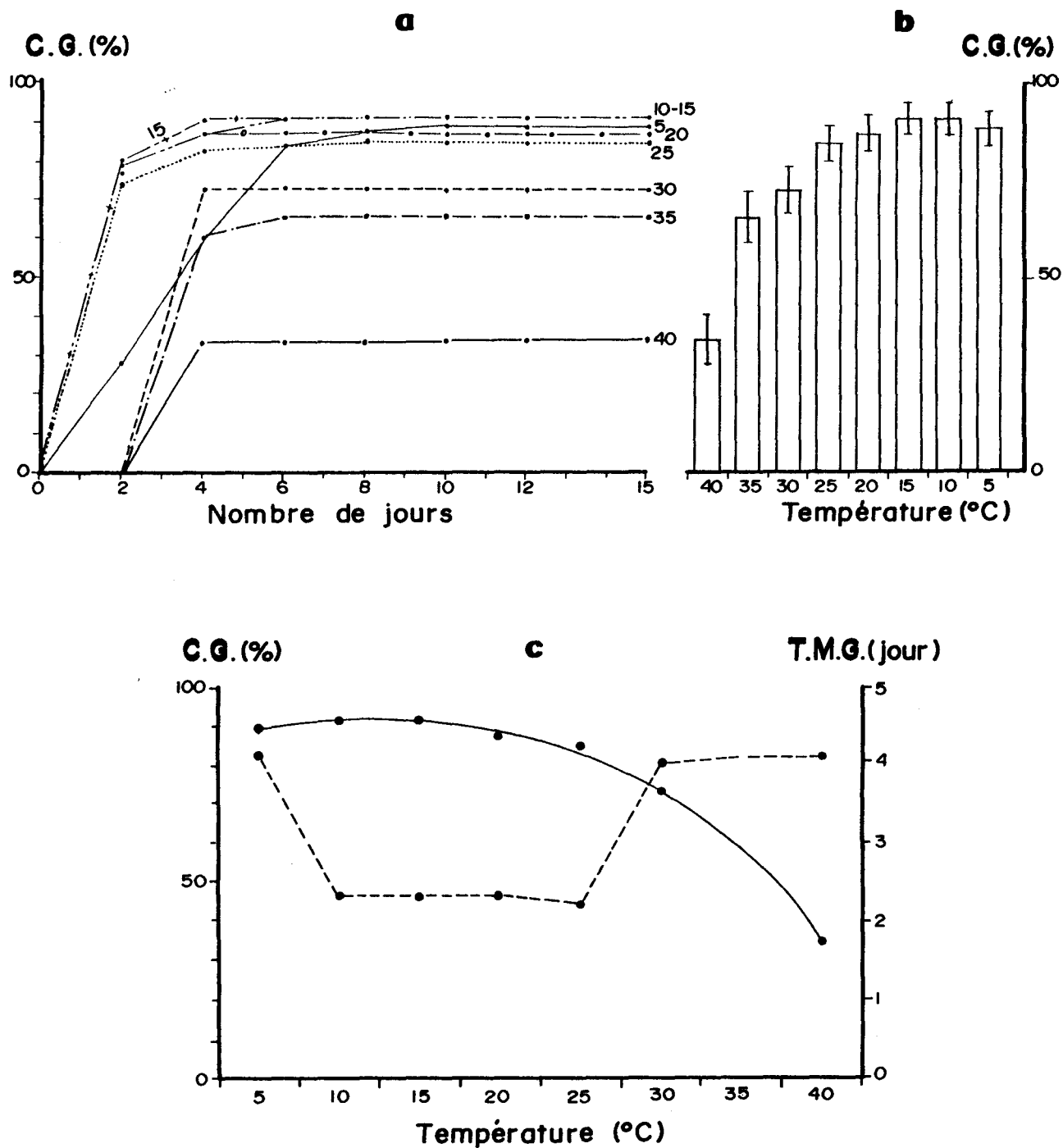


Figure 1.- Variation des paramètres de germination des semences de *Salsola vermiculata* var. *villosa*
a courbes de germination à différentes températures ; **b** capacités germinatives maximales au bout de 15 jours et écarts types ; **c** capacités germinatives (C.G. (%)) atteintes au bout de 15 jours à différentes températures (—) et temps moyens de germination (T.M.G. (jour)) correspondants (- - -)

germination des semences de *Salsola*. Ces résultats corroborent ceux obtenus par SANKARY et BARBOUR (1972) qui situent la température optimale de germination des semences de cette espèce entre 12 et 18°C.

De leur côté AL-CHARCHAFCHI *et al.* (1987) indiquent que les semences de *S. vermiculata* var. *rigida* germent à des forts taux (88 à 100 %) et dans l'espace de 2 à 8 jours aux températures d'incubation de 10, 15 et 20°C.

Effet du stress hydrique simulé

L'effet du stress hydrique sur la germination est représenté par les courbes de la figure 2. Cette figure montre que les semences de *S. vermiculata* var. *villosa* gardent des taux de germination très élevés même aux potentiels hydriques pouvant atteindre -10 bars. À -16 bars la capacité germinative a sensiblement chuté pour atteindre un taux de 4,5 %. Pour ce qui est

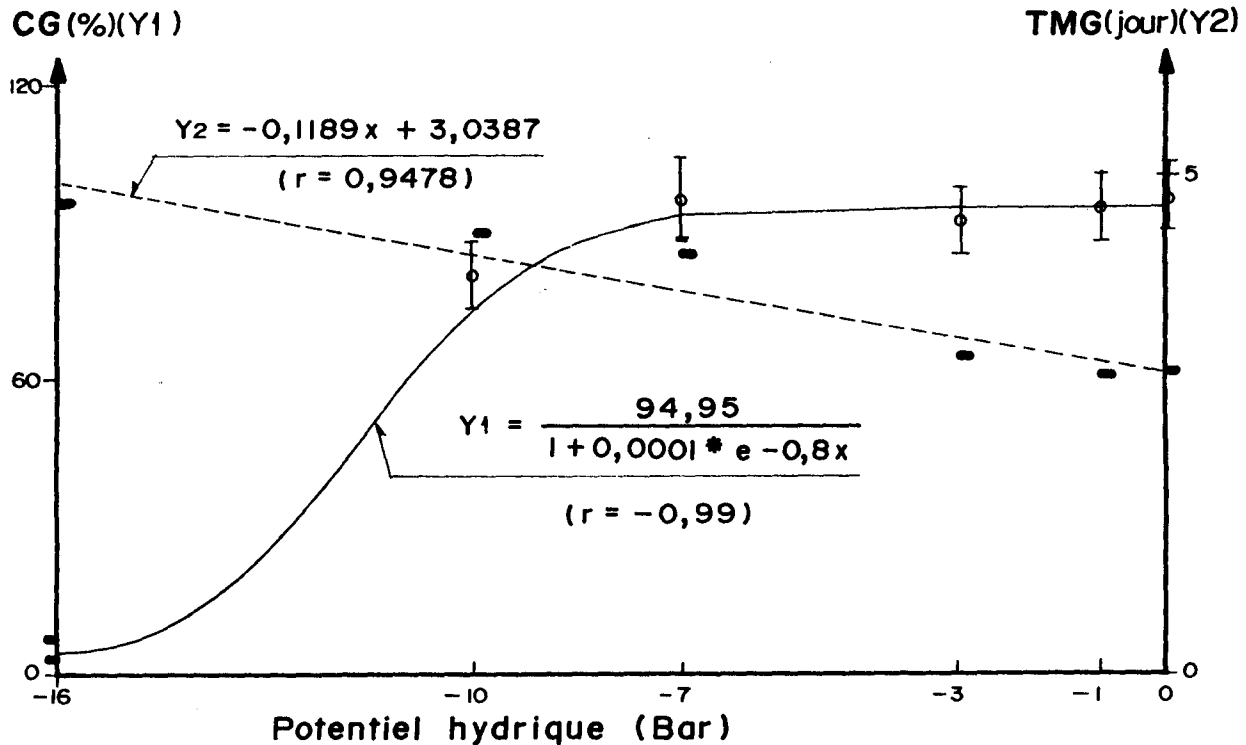


Figure 2.- Capacité germinative (CG (%): Y_1) des semences de *Salsola vermiculata* var. *villosa* soumises à différents niveaux de stress hydrique (—) et temps moyens de germination correspondants (TMG (jour): Y_2) (- - -)

de la vitesse de germination il y a lieu de mentionner qu'à partir de -7 bars la germination est retardée puisque le TMG passe de l'ordre de trois jours aux potentiels hydriques de 0, -1 et -3 bars à plus de quatre jours aux potentiels hydriques de -7 bars, -10 et -16 bars.

Le seuil de tolérance au stress hydrique des semences de *S. vermiculata* var. *villosa* durant la germination est intermédiaire par rapport aux valeurs indiquées dans la littérature pour d'autres espèces des zones écologiques similaires. Ce seuil se rapproche de ceux indiqués par MCGINNIES (1960) ; SHARMA (1973) et CARDINA and HOOK (1989) mais il est au delà de ceux mentionnés par LONCHAMP et BARRALIS (1983) et en deçà de ceux indiqués par BATANOUNY et ZIEGLER (1971) et GROUZIS *et al.* (1986).

Comparativement aux espèces pastorales du sud tunisien déjà étudiées (NEFFATI *et al.*, 1992) *S. vermiculata* var. *villosa* se classe parmi celles qui sont les plus résistantes au déficit hydrique en phase de germination. Une telle résistance a été également mentionnée par SANKARY et BARBOUR (1972) et SANKARY (1978) chez la variété *rigida* qui est capable, d'après ces auteurs, de germer à des teneurs en sel (Na Cl) pouvant atteindre 4 %.

Rappelons que les essais ont été menés à la température optimale de germination et qu'à telle température plusieurs auteurs (TADMOR *et al.*, 1969 ; POTTIER *et al.*, 1986 ; MCGINNIES, 1960) ont montré que la résistance de l'espèce au stress hydrique en phase germinative est à son maximum.

Détermination des conditions optimales de conservation des semences

La figure 3 relative à l'évolution des capacités germinatives des lots de semences conservés dans diverses conditions montre des différences de comportement germinatif de ces lots en fonction de leurs conditions de conservation. Dans le cas des semences conservées dans les conditions de laboratoire sans aucun conditionnement préalable la capacité germinative passe de 93,5 % juste après la collecte à 22 % au bout de six mois de conservation pour s'annuler au bout de onze mois.

Les semences séchées et conservées en chambre froide gardent une capacité germinative très élevée même après 16 mois de conservation. Celles séchées et conservées dans les conditions ambiantes voient leur capacité germinative diminuer graduellement pour atteindre 75,5 % au bout de 16 mois de conservation.

Le taux de semences pourries comptées en fin d'expérimentation et traduisant une mortalité des embryons sous l'effet de mauvaises conditions de conservation augmente rapidement chez le lot témoin et passe de 2 % chez les semences fraîchement récoltées à 97 % au bout de 16 mois de conservation. Aux sixième et onzième mois

ces taux sont respectivement de 71 % et de 94,5 %. Chez les semences séchées et conservées dans les conditions ambiantes ce taux augmente légèrement au bout du 6ème mois alors qu'il reste à un niveau assez bas, même après 16 mois lorsque les semences sont séchées et conservées en chambre froide. La vitesse de germination est presque constante (de l'ordre de 2 jours) quelque soit le lot et quelque soit l'âge des semences.

A la lumière de ces résultats il y a lieu de remarquer que le comportement germinatif de la variété *villosa* est comparable à celui mis en évidence par AL-CHARCHAFCHI *et al.* (1987) chez la variété *rigida* qui ont trouvé que les semences de cette dernière variété conservées au réfrigérateur pendant 32 mois gardent une meilleure capacité germinative que lorsqu'elles sont conservées à 20°C. Ils ont en outre constaté que les semences fraîchement récoltées atteignent une capacité germinative supérieure à 90 % au bout de 48 heures. Ce dernier comportement est d'ailleurs rare aussi bien chez les semences des espèces pastorales tunisiennes (NEFFATI *et al.*, 1992) que chez les semences des espèces sahéliennes (GROUZIS *et al.*, 1986) ainsi que chez les semences d'autres espèces (CHAVAGNAT et BEATRICE, 1981).

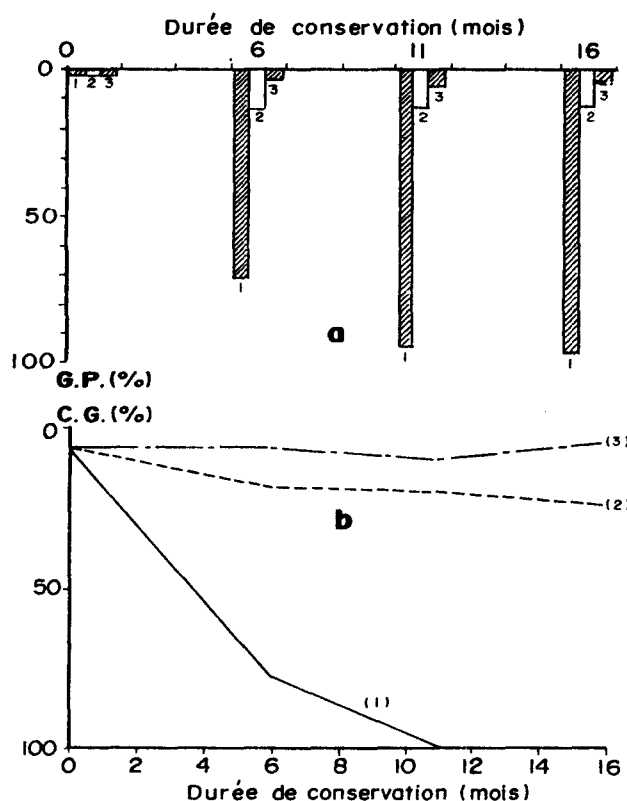


Figure 3.- Evolution, en fonction de la durée de stockage, du taux de graines pourries GP (a) et de la capacité germinative CG (b) des semences de *Salsola vermiculata* var. *villosa* conservées dans différentes conditions : (1) témoin ; (2) semences séchées et conservées hermétiquement dans les conditions de laboratoire ; (3) semences séchées et conservées en chambre froide à 5°C.

DISCUSSION

L'aptitude à la germination des semences de *Salsola vermiculata* var. *villosa* fraîchement récoltées confère à celles-ci la possibilité de germer juste après leur dissémination en pleine saison humide. A cette période de l'année les chances de succès d'installation sont maximales (NEFFATI *et al.*, 1993) étant donné que le déficit du bilan hydrique du sol est à son minimum, (OMRANE, 1990) et que l'optimum thermique de l'espèce en phase de germination correspond à la température moyenne de la saison.

D'après la classification de PEARSON and ISON (1987) *Salsola vermiculata* peut être classée parmi les espèces ayant un stock éphémère de semences dans le sol. La stratégie adaptative de ces espèces repose, selon ces auteurs, sur les caractéristiques suivantes de la germination de leurs semences:

- absence de dormance
- aptitude à la germination sous une large gamme de températures
- aptitude à la germination aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité.

De telles caractéristiques ont pu être mises en évidence dans le cas de cette espèce aussi bien dans le cadre de cette étude que dans le cadre d'autres travaux (NEFFATI, en cours).

Etant donné la courte longévité des semences de *S. vermiculata* var. *villosa* il paraît vain d'espérer une germination à partir du stock de semences dans le sol en dehors de celles produites au cours de la même campagne. Un tel résultat suggère que toute réintroduction volontaire de cette espèce dans un milieu déterminé ne peut être effectuée qu'à partir de semences collectées, la saison même de leur réintroduction ou à partir de lots d'anciennes semences conditionnées et conservées dans des conditions déterminées telles que définies par SMITH (1984) pour l'ensemble des espèces dont les semences mûrissent pendant la saison humide.

Mais en raison de l'irrégularité des précipitations en zone aride la première éventualité ne peut être considérée comme une solution sûre et efficace.

Il paraît ainsi indispensable de recourir au stockage des semences après leur conditionnement. Le séchage et la conservation en chambre froide constituent la technique la plus efficace pour la conservation de longue durée des semences de la majorité des espèces végétales (THOMPSON, 1974 ; THOMPSON, 1976 ; BEHAEGHE et BLOUARD, 1962 ; IBPGR, 1985 ;

GOMEZ-CAMPO, 1985 ; SMITH, 1984) mais compte tenu du coût de cette technique, la conservation hermétique en conditions ambiantes après séchage pourrait être préconisée.

L'étude de l'influence des contraintes hydriques simulées par l'utilisation d'agent osmotique (PEG 6000), montre que *S. vermiculata* germe à des potentiels hydriques assez bas. Ce caractère suggère l'adaptation de cette espèce à la sécheresse, tout au moins au cours de la phase de germination. Mais d'après plusieurs auteurs (MCGINNIES, 1960 ; GROUZIS *et al.*, 1986) la tolérance au stress hydrique au moment de la germination constitue, selon les conditions qui suivent cette première phase du cycle végétatif, un avantage ou un inconvénient. En effet, après germination la survie des plantules dépend de l'avènement de pluies durant la phase d'installation, événement aléatoire en zone aride.

Enfin on peut dire que la stratégie adoptée par *S. vermiculata* var. *villosa* pour pallier les effets néfastes de la courte viabilité de ses semences sur sa multiplication et sa dynamique en zone aride repose sur les trois propriétés suivantes :

- une forte capacité germinative des semences nouvellement disséminées et dont la période de dissémination correspond à l'optimum thermique et hydrique de leur germination,
- une grande vitesse de germination
- une forte tolérance au stress hydrique.

CONCLUSION

Bien qu'elle tolère une large gamme de températures en phase de germination l'optimum thermique de *Salsola vermiculata* var. *villosa* se situe entre 10 et 25°C. A la température optimale les semences de cette espèce germent à des taux supérieurs à 90 % au bout de 48 heures même lorsqu'elles sont fraîchement récoltées. Le séchage et la conservation à faible température permet de prolonger la viabilité des semences qui décroît rapidement au bout de quelques mois de conservation dans les conditions ambiantes.

L'étude de l'effet du stress hydrique simulé sur la germination a révélé une forte tolérance de *Salsola vermiculata* var. *villosa* vis-à-vis du déficit hydrique au moment de la germination. Le seuil de tolérance au stress hydrique se situe au niveau de -10 bars.

L'ensemble des caractéristiques germinatives mises en évidence dans le cadre de cette étude prédispose cette espèce à être considérée comme candidate à une utilisation pour

une opération de revégétation des terres à pâturage en zone aride.

Pour réussir l'installation en plein champ de *S. vermiculata* à des fins de resemis des parcours dégradés les données sur la germination obtenues dans les conditions ambiantes de laboratoire méritent d'être complétées par l'étude d'autres aspects, *in situ*, particulièrement ceux relatifs aux exigences édaphoclimatiques de cette espèce ainsi qu'à ses capacités productives et adaptatives.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRAWAL P.K. (1980) : Relative storability of seeds of ten species under ambient conditions. Seed Research vol. 8/2 New Delhi - India : 94-99.
- AL CHARCHAFCHI F.M., CLOR M.A., AL FEKI M.S (1987) : Some characteristics of seed germination in *Salsola rigida* in relation to aridity - Journal of Arid Environments. 13 (2) 113-117 - Baghdad - Iraq.
- BATANOUNY K.H. and ZIEGLER H. (1971) : Eco-physiological studies on desert plants. Germination of *Zygophyllum coccineum* L. Seeds under different conditions - Institute of Botany, Technical University, Munich : 52-63.
- BEAHAEGHE T. et BLOUARD R. (1962) : Amélioration des semences et sélection des plantes prairiales au Congo, au Rwanda et au Burundi. Bull. d'Information de l'INEAC, XI, 4-6 : 307-338.
- BIROUK A., LEWALLE J. et TAZI M. (1991) : Le patrimoine végétal des provinces sahariennes du Maroc. Actes Editions, Inst. Agr. et Vet. Hassen II Maroc, 76 p.
- CHAVAGNATA. et BEATRICE J. (1988) : Etude de la germination des semences de *Primula obconica*. Seed Sci. et Technol. 9 : 577-586.
- CARDINA J. and HOOK J.E. (1989) : Factors influencing germination and emergence of florida Beggarweed (*Desmodium tortuosum*). Weed technology - volume 3 : 402-407.
- C.C.E (Commission des Communautés Européennes) (1988) : Réhabilitation de la valeur des terres à pâturage et des zones affectées par l'érosion éolienne en Tunisie présaharienne. Rapport final Inst. Rég. Arides, Medenine - Tunisie, CEFEL. EMBERGER, Montpellier - France, ORSTOM - Paris, 179 p.
- COME D. (1968) : Problèmes de terminologie posés par la germination et ses obstacles. Bull. Soc. fr. Physiologie Végétale, 14 (1) : 3-9.
- COMED. (1970) : Les obstacles à la germination. Masson et Cie Paris, 162 p.
- DAGNELIE P. (1975) : Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques Vol II. Les presses agronomiques de Gembloux, A.S.B.L Gembloux - Belgique, 436 p.
- DEIRI W. (1990) : Contribution à l'étude phyto-écologique et de la potentialité pastorale en Syrie aride. Thèse de Doctorat, USTL Montpellier - France, 210 p.
- GOMEZ-CAMPO C. (1985) : Seed banks as an emergency conservation strategy - Plant conservation in the Mediterranean area. Dr. W Junk Publishers, Dordrecht. ISBN 9061935237.
- GROUZIS M., LEGRAND E. et PALE F. (1986) : Aspects écophysologiques de la germination des semences sahéniennes - Adaptation aux conditions d'aridité - Colloque sur les végétaux en milieu aride - Tunisie (Jerba) 8-10 Sept. 1986 - Faculté des Sciences de Tunis. A.C.C.T.
- I.B.P.G.R. (International Board for Plant Genetic Resources) (1985) : The design of seed storage facilities for genetic conservation. Hand books for Gene banks : n° 1 - Rome - Italy - 100 p.
- I.S.T.A. (International Seed Testing Association) (1985) : Seed Sciences and Technology. Règles internationales pour les essais de semences. Vol. 13 Suppléments 2, 236 p.
- LE HOUEROU H.N. et IONESCO T. (1973) : Appétabilité des espèces végétales de la Tunisie steppique, 68 p.
- LE FLOC'HE., SCHOENENBERGER A., NABLI M.A., VALDEYRON C. (1989) : Biologie et écologie des principaux taxons in : »Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisienne». Ouvrage collectif coordonné par M.A. NABLI, MAB : 51-193.
- LONCHAMP J.P. et BARRALIS G. (1983) : Effets de faibles potentiels hydriques sur les possibilités de germination des semences d'*Alopecurus myosuroides* Huds. et de *Matricaria perforata* Merat. Agronomie, 3 (5) 435-441 Dijon France.

- McGINNIES W.J. (1960) : Effects of moisture stress and temperature on germination of six range grasses. *Agronomy Journal* 52 : 159-162.
- MICHEL B.E., KAUFEMANN M.R. (1973) : The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant physiol*, 51, 914-916.
- NEFFATI M., ZEMZEMI J. et EL HAMROUNI A. (1986) : Les plantes pastorales des zones arides de l'Afrique du Nord - Ceinture verte de l'Afrique du Nord - ALECSO - Tunis, 213 p (en arabe).
- NEFFATI M., AKRIMI N., FLORET C., LE FLOC'H E. (1992) : Stratégies germinatives de quelques espèces pastorales de la zone aride tunisienne. Conséquences pour le semis des parcours. Actes du IVème Congrès Internat. des terres à pâturages - Montpellier, Avril 1991. Vol I : 283-286.
- NEFFATI M. : Travail en cours. Université de Gand Belgique.
- NEFFATI M., AKRIMI N. et LE FLOC'H E. (1993) : L'étude des conditions de germination de semences : une nécessité pour le succès des travaux de réhabilitation. *Ecologia mediterranea* XIX (1/2) : 39-47.
- OZENDA P. (1977) : Flore du Sahara. Editions CNRS - France, 622 p.
- OMRANE H. (1990) : Variations de l'évaporation potentielle. Bilan de l'eau climatique et agronomique en Tunisie. *La météorologie* n° 32 : 6-13.
- OUYAHYA A. (1983) : Etude sur la germination et le pouvoir germinatif de cinq armoises endémiques du Maroc. *Bulletin de l'Inst. Scientifique Rabat* n° 7 : 75-82.
- PEARSON C.J. and ISON R.L. (1987) : *Agronomy of grassland systems*. Cambridge University Press. 169 p.
- POTTER R.L., UECKERT D.N., PETERSEN J.L. and McFARLAND M.L. (1986) : Germination of Fourwing Saltbush Seeds : interaction of temperature, Osmotic potential and pH. *Journal of Range Management*, 39,1 : 43-46.
- QUEZEL P. et SANTA S. (1962-1963) : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales - Tome I et II CNRS - France - Paris 7 : 1170 p.
- SANKARY M.N. (1978) : Ecology flora and range management of arid and very arid zones of Syria - Conservation and Development. Univ. of Aleppo - Syria -, 793 p.
- SANKARY M.N. and BARBOUR M.G. (1972) : Autoecology of *Salsola vermiculata* var. *villosa* from Syria - *Flora*, Bd. 161, S. 421-439.
- SHARMA M.L. (1973) : Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species - *Agronomy Journal*, 65 : 982-987.
- SITOUHM. (1989) : Les plantes utiles du Sahara. *Ann. Inst. Nat. Agron. El Harrach*, Vol. 13, N°2 : 583-658.
- SMITH R.D. (1984) : Seed banks : a useful tool in conservative plant evaluation and exploitation. *Plants for arid lands. Proceedings of the kew International Conference on Economic Plants for Arid Lands held in the Jodrell Laboratory Royal Botanic Gardens Kew, England, 23-27 July 1984*, 320-331.
- TADMOR N.H., COHEN Y and HARPAZ Y. (1969) : Interaction effects of temperatures and osmotic potential of the germination of range plants. *Crop. Science*, 9 : 771-774.
- THOMSON P.A. (1974) : The use of seed banks for conservation of populations of species and ecotypes. *Biological conservation*. Vol. 6, n°1 : 15-19.
- THOMPSON P.A. (1976) : Factors involved in the selection of plant resources for conservation as seed in gene banks. *Biological conservation*. Vol 10, n° 3 : 159-167.

Analisis polinico de la turbera de la Charca do Chan da Cruz (Ferreira do Valadouro, Lugo. N.O. de España)

P. RAMIL REGO*, & M.J. AIRA RODRIGUEZ*

RESUMEN

La interpretación polínica y cronológica de la turbera de la Charca do Chan da Cruz apoyada en el resto de la información paleobotánica existente en las Sierras Septentrionales de Galicia, permite reconocer la dinámica vegetacional de este territorio a lo largo de la segunda mitad del Holoceno. En este periodo el papel de la acción antrópica conduce a una progresiva destrucción del bosque caducifolio (*Quercus*, *Corylus*), siendo sustituido por formaciones arbustivas y herbáceas (Ericaceae, Poaceae), restringiéndose las áreas de cultivo a los territorios de menor altitud. La acción deforestadora iniciada a partir del 5.500 BP. se incrementará notablemente a partir del 3.500 BP., conduciendo a un detrimento generalizado del bosque en el territorio, hecho que parece haber repercutido negativamente en la inexistencia de una fase de expansión de *Fagus*.

RESUME

L'interprétation pollinique et chronologique de la tourbière de la Charca do Chan da Cruz confirmée par le reste de l'information paléobotanique existante dans les Sierras Septentrionales de Galice, permet de connaître la dynamique de la végétation de ce territoire durant la seconde moitié de l'Holocène. Pendant cette période le rôle de l'action anthropique conduit à une progressive destruction des forêts à feuilles caduques (*Quercus*, *Corylus*), remplacées principalement par des formations arbustives et herbacées (Ericaceae, Poaceae) ainsi que par des aires de cultures limitées aux zones de moindre altitude. L'action de déforestation débutant au 5.500 BP. augmente notablement à partir du 3.500 BP., conduisant au détérioration généralisée des forêts dans le territoire, fait qui semble avoir répercuté négativement sur l'existence d'une phase d'expansion de *Fagus*.

INTRODUCCION

En el Occidente de la Cordillera Cantábrica, dentro del eje principal de las Sierras Septentrionales de Galicia (figure 1), entre los picos del Cadramón (1.056 m.) y Lombo Pequeno (1015 m), se encuentra una pequeña superficie de aplanamiento, sobre la que se desarrolla la turbera de la Charca do Chan da Cruz (UTM 29PJ1914). La planicie situada a 800 m. de altitud, sirve de divisoria de aguas entre el nacimiento de los ríos: Pedrido, Furnas y Ouro, siendo la dirección principal del drenaje en beneficio del primero.

El depósito turboso comprende una superficie central aplanada de aproximadamente 17 m² que mantiene en superficie durante casi todo el año el nivel freático, llegando a constituir durante los meses de invierno una laguna o charca. En esta zona la potencia del sedimento varía entre 150-200 cm. de turba, evolucionada en la base y

con abundantes restos de *Eriophorum* en sus tramos superiores. En los bordes del depósito encontramos un conjunto de cordones o acúmulos residuales, que permanecen alzados (100-150 cm) sobre la plataforma central, y alcanzan una potencia total superior a los 250 cm. Estas formaciones disminuyen progresivamente de potencia y extensión, a medida que descendemos hacia el río Pedrido.

Fitogeográficamente el territorio se encuadra dentro del piso Colino (RIVAS MARTINEZ *et al.*, 1987), en el que se reconoce una única serie: «colino-montana galaico-asturiana orocantábrica del roble o *Quercus robur* (*Blechno spicanti-Querceto roboris* Tuxen. & Oberdorfer, 1958)». La vegetación turbófila, está representada por una pradera de *Cyperaceae* y *Juncaceae*, caracterizadas por la presencia de: *Carex fusca* All., *Eriophorum angustifolium* Honckeny, *Juncus bulbosus* L., etc. siendo sustituida en las áreas con encharcamiento permanente, por un denso tapiz de *Sphagnum*, con presencia de: *Narthecium ossifragum* (L.) Huds., *Drosera rotundifolia* L., *Pinguicula grandiflora* Lam., *Parnassia palustris* L., *Pedicularis palustris* L., etc.

* Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Farmacia. Universidade de Santiago. E-15706 Santiago. España.

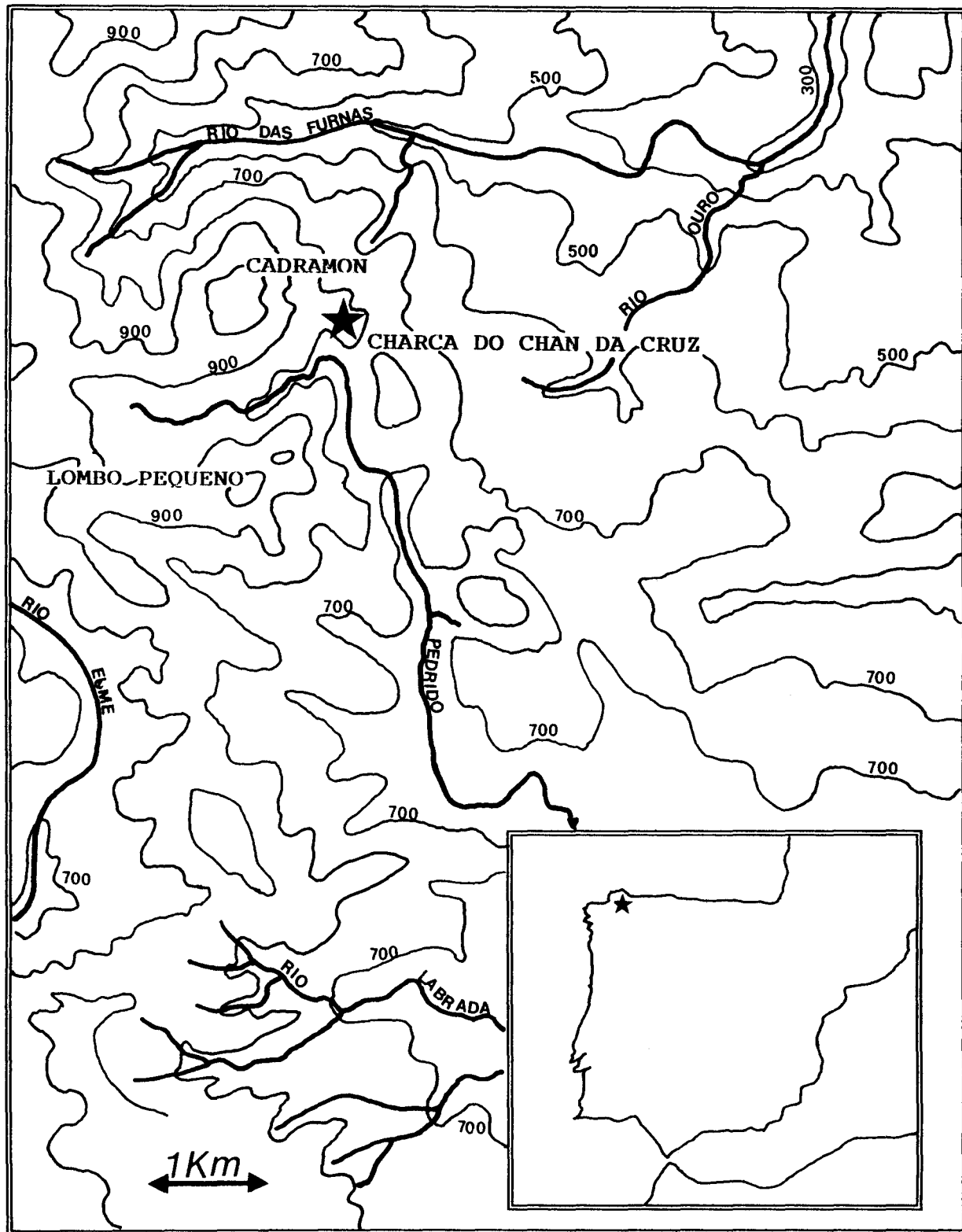


Figure 1.- Localización geográfica de la Charca do Chan da Cruz

El sondeo se realizó, mediante zanja, en uno de los cordones residuales, alcanzando los 265 cm. de potencia, de los que 140 cm. permanecen alzados sobre la superficie principal del depósito. Los 10 cm superiores corresponden al césped actual y subactual de la turbera, en el que se identifican abundantes restos de Cyperaceae, que dan paso a una capa uniforme de turba muy descompuesta (250 cm), que reposa sobre un débil nivel de turba con gravas (muestra 1) en contacto con la roca base (figure 2).

MATERIAL Y METODOS

El tratamiento utilizado en la extracción polínica (RAMIL, 1992) se ha basado en los métodos tradicionales para muestras con alto contenido en materia orgánica (VAN CAMPO, 1950), sometiendo las muestras a un tratamiento con KOH, en caliente, lavado con agua destilada y filtrado. El cálculo de la concentración polínica (BENNINGHOF, 1962), se realizó mediante la adición de tabletas de esporas de *Lycopodium clavatum* L., expresándose los resultados (figure 3), en función de la densidad aparente del sedimento, es decir en número de granos por g/cc de muestra (RAMIL, 1992).

Para la identificación polínica se emplearon de forma mayoritaria las obras de : MOORE & WEBB (1978) ; PUNT (1976) ; PUNT *et al.* (1980,1981,1984,1988). Utilizando para la elaboración de los diagramas (figure 4) y el tratamiento estadístico de las muestras los programas de gestión G1PAL y GPAL₃, considerando para la delimitación de las zonas polínica del diagrama, tanto las variaciones porcentuales de los diversos taxones como las de los porcentajes totales de polen arbóreo, arbustivo y herbáceo. Las características de las zonas polínicas y su contextualización con el registro sedimentológico y el resultado de las dataciones absolutas quedan expresados en la figura 2.

DISCUSION

La datación absoluta obtenida en la base del perfil de la Charca do Chan da Cruz C¹⁴ 5.880±90 BP. UGRA-319, permite situar el comienzo de la deposición turbosa en el Atlántico. La mayoría de las secuencias polínicas de referencia del S.O. de Europa, mantienen para este período, al igual que los diagramas procedentes de las Sierras Septentrionales de Galicia (VAN MOURIK, 1986 ; RAMIL, 1992 ; RAMIL & AIRA, 1992 ; RAMIL & AIRA, 1993),

la hegemonía de las masas boscosas en el paisaje, iniciada al comienzo del Holoceno.

El predominio de la vegetación arbórea se ve interrumpido ocasionalmente durante este periodo, por la existencia de procesos deforestadores. Localmente esta fase de detrimento arbóreo, registrada en los diez primeras zonas polínicas, afecta fundamentalmente a los porcentajes de *Quercus*, a la vez que se reducen los taxones hidrófilos (Cyperaceae <5%), aumentando simultáneamente: Poaceae, Ericaceae, Asteraceae y *Pinus*. Esta disminución porcentual coincide con una importante variación en la concentración polínica total, en la que se aprecia un significativo aumento de los taxones herbáceos.

La caída de los porcentajes de polen caducifolio en los espectros, favorece la representación y en gran medida la extensión, de las formaciones arbustivas y herbáceas, existentes en las áreas de cumbres que rodean a este depósito: *Erica*, *Calluna*, *Daboecia*, *Juniperus*, Poaceae, Asteraceae. El aumento de los porcentajes de *Pinus* (Tp. *Pinus sylvestris*), podrían igualmente corresponder con una progresión de este taxón, en estas áreas de mayor altitud.

A menor altitud, pero todavía dentro de las Sierras Septentrionales, el inicio del espectro polínico de la turbera de Pena Veira C¹⁴ 5.490±90 BP. UGRA-330 (RAMIL, 1992 ; RAMIL & AIRA, 1993), marca la generalización de una dinámica de detrimento de la vegetación, aunque globalmente el paisaje permanece dominado por las formaciones boscosas. La disminución de la vegetación arbórea, registrada en los espectros de nuestro territorio, es sincrónica con los existentes en otras áreas de la región Atlántica Peninsular : Turbera de Belate (C¹⁴ 5.900±80 BP.), Turbera de Saldropo, C¹⁴ 5.630±70 BP. (PEÑALBA, 1989) ; Playa de Jerra C¹⁴ 5.300±120 BP. (MARY *et al.*, 1975) ; Lagoa Comprida-I (JANSSEN & WOLDRINGH, 1981) Lagoa Comprida-II (VAN den BRINK & JANSSEN, 1985) ; Lagoa Travessa (MATEUS, 1989) lo que permite considerar, como ya había adelantado PEÑALBA (1989), la generalización a partir del 6.000 BP., de las prácticas deforestadoras, debidas probablemente a la acción humana.

Cronologicamente la aparición de los primeros procesos deforestadores son previos a la adopción regional de la agricultura. La presencia más antigua de polen de cereal corresponde a la turbera de Chan do Lamoso, situandose en un momento anterior al C¹⁴ 5.475±40 BP. GrN-19143 (RAMIL, 1992); mientras que en Pena Veira es posterior al C¹⁴ 5.490±90 BP.

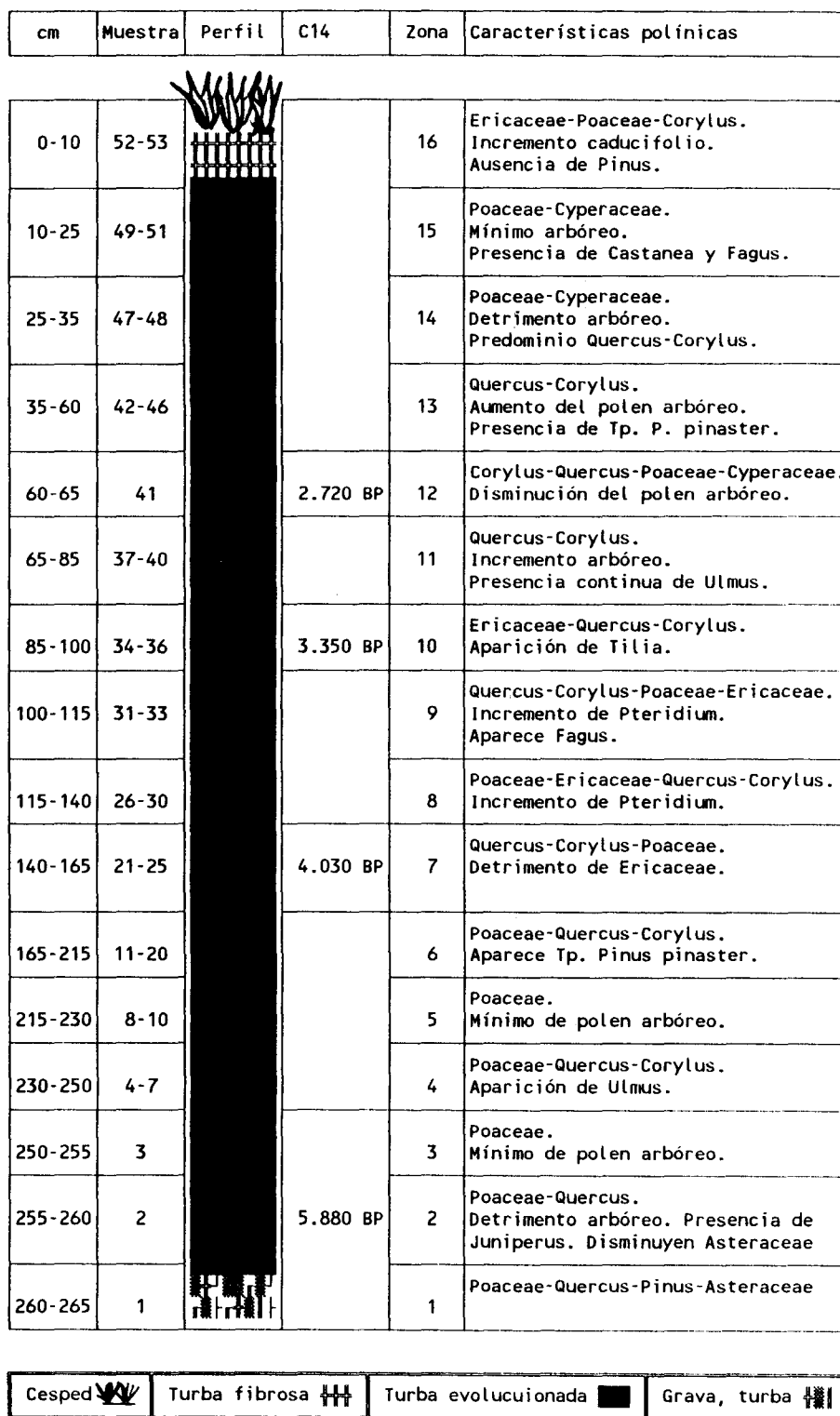


Figure 2.- Síntesis de las características polínicas del depósito

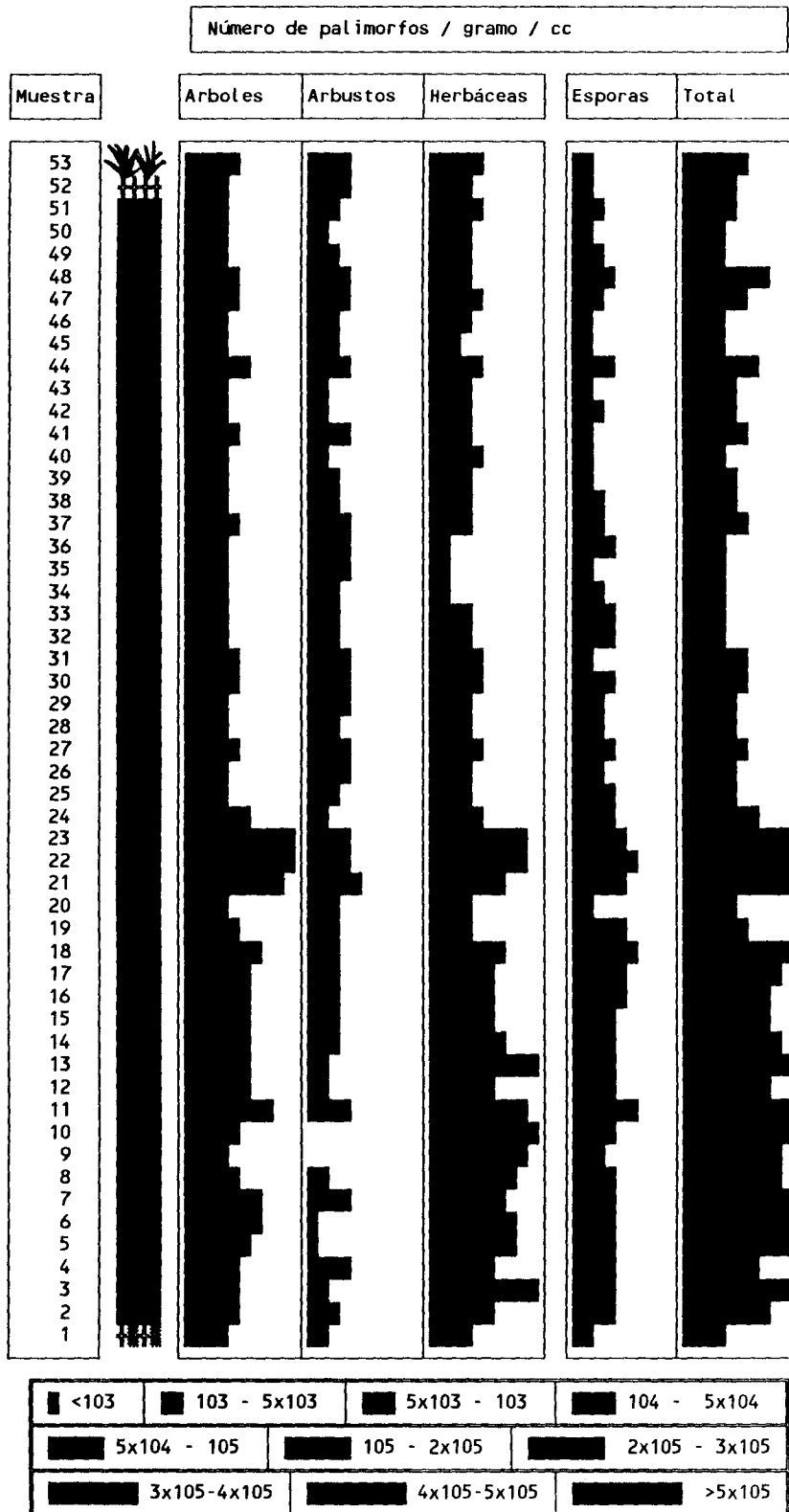


Figure 3.- Análisis cuantitativo de la Charca do Chan da Cruz

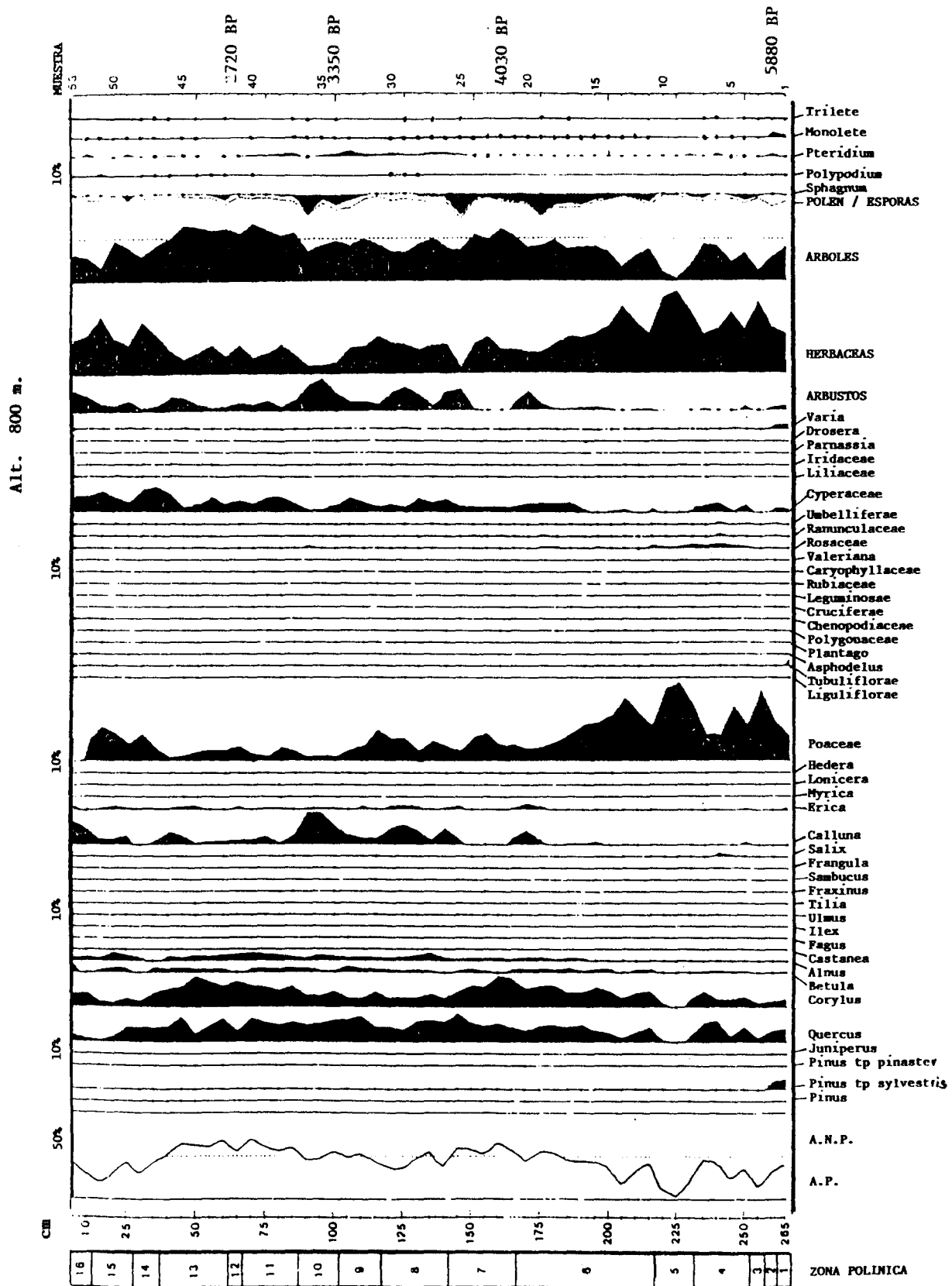


Figure 4.- Analisis polínico de la Charca do Chan da Cruz

UGRA-330 en Pena Veira (RAMIL, 1992; RAMIL & AIRA, 1993), alrededor del C^{14} 5.090±90 BP. GrN-19125 en el Tremeal de Sever (RAMIL, 1992) y claramente anterior al C^{14} 4.740±40 BP. GrN-7330 en la turbera de los Montes del Buio (VAN MOURIK, 1986)

Por otra parte el encajonamiento de la turbera de Chan da Cruz por los elevados promontorios montañosos, impide a diferencia de otras turberas situadas en posición de cumbre; Tremeal do Río das Furnas Chan do Lamoso (RAMIL, 1992), una buena representación de la vegetación regional, limitando la efectividad en la dispersión del polen de cereal desde las áreas de menor altitud, en las que se situarían los cultivos. Debemos igualmente considerar que el carácter montañoso del entorno de la Charca do Chan da Cruz, es un factor fuertemente limitante para el establecimiento en su proximidad de los cultivos agrícolas, en contraste con las áreas de menor altitud, donde los diferentes diagramas polínicos, muestran de manera uniforme la aparición de polen de cereal y de taxones segetales. De este modo la secuencia polínica obtenida en Chan da Cruz a lo largo del Atlántico (C^{14} 5.880±90 UGRA-319) y hasta el final del Subboreal (C^{14} 4.030±40 BP. GrN-19129; 3.350±40 BP. GrN-19130), tiene un fuerte componente local reflejando mayoritariamente las características del paisaje en los territorios de mayor altitud (700-100 m).

Entre el 3.500-1.500 BP. la mayoría de los espectros polínicos procedentes de las Sierras Septentrionales (VANMOURIK, 1986 ; RAMIL, 1992), reflejan una importante caída porcentual y cuantitativa de los porcentajes de polen arbóreo junto con el aumento de polen de cereal y plantas segetales, que indica la extensión regional de los procesos deforestadores y el incremento de las prácticas agrícolas, sobre todo en aquellas áreas de menor altitud donde la presión humana es más notable. El incremento de la acción antrópica provoca una importante reducción del bosque en el paisaje, incrementándose considerablemente las formaciones arbustivas y herbáceas.

Localmente el inicio de este periodo coincide con un importante incremento cuantitativo y porcentual del polen arbóreo (zonas 11 a 13). Las fuertes limitaciones fisiográficas en el área de Chan da Cruz para el desarrollo de comunidades arbóreas no permiten relacionar dicho incremento con la presencia de formaciones boscosas en la proximidad de la turbera, debiendo ser interpretado como una variación en la representación de la vegetación arbórea en áreas de menor altitud, donde la presión antrópica es todavía reducida, no registrándose el detrimento de la vegetación arbórea hasta un momento

posterior (zonas 14 a 15).

A lo largo de este periodo de importante actividad antrópica en el territorio, los diagramas polínicos obtenidos en las Sierras Septentrionales (VAN MOURIK, 1986 ; RAMIL, 1992), atestiguan la presencia, siempre esporádica, de polen de *Fagus*, que refleja en su conjunto el límite occidental del área de expansión holocena, para este taxón, que puede relacionarse claramente con las diversas poblaciones que todavía persisten en Galicia (IZCO, 1987). La inexistencia de una fase de expansión de *Fagus* semejante a la encontrada en otras regiones del Norte Peninsular (PEÑALBA, 1989), puede deberse, en gran medida, a la importante acción deforestadora registrada en nuestro territorio.

La última zona polínica representa una débil recuperación del polen arbóreo, provocada por el incremento de los taxones caducifolios: *Corylus*, *Betula* y *Quercus*. La inexistencia de polen de *Pinus*, permite situar este espectro en un momento previo a la difusión regional de este taxón, como consecuencia de las continuas repoblaciones y plantaciones realizadas a partir del siglo XVIII.

BIBLIOGRAFIA

- BENNINGHOF, W.S. (1962). Calculation of pollen and spore density in sediments by addition of exotic pollen in known quantities. *Pollen et Spores*. 4 : 332-333.
- JANSSEN, C.R. & WOLDRINGH, R.E. (1981). A preliminary radiocarbon dated pollen sequence from the Serra da Estrela, Portugal. *Finisterra*. XVI, 32, 299-309.
- IZCO, J. (1987). Galicia. In: M. Peinado Lorca & S. Rivas Martínez (Eds.). *La vegetación de España*. Servicio de Publicaciones Universidad de Alcalá. 385-418.
- MARY, G., MEDUS, J. & DELIBRIAS, G. (1975). Le Quaternaire de la cote Asturienne (Espagne). *Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire*. 1 : 13-23.
- MATEUS, J.E. (1989). Lagoa Travessa: A Holocene pollen diagram from the South-West coast of Portugal. *Revista de Biología*. 14 : 17-94.
- MOORE, P.D. & WEBB, J.A. (1978). An illustrated guide to Pollen Analysis. Hodder and Stoughton. London. 133 p.

- PEÑALBA GARMENDIA, M^aC. (1989). Dynamique de Vegetation Tardiglaciaire et Holocene du Centre-Nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique. These Doctoral. Universite d'Aix, Marseille III.
- PUNT, H. (Ed.). (1976). The Northwest European Pollen Flora, I. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 145 p.
- PUNT, H. & CLARKE, G.C.S. (Eds.). (1980, 1981, 1984, 1988) The Northwest European Pollen Flora, II, III, IV, V. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- RAMIL REGO, P. (1992). La vegetación cuaternaria de las Sierras Septentrionales de Lugo a través del análisis polínico. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidade de Santiago.
- RAMIL REGO, P. & AIRA RODRIGUEZ, M.J. (1992). Contribución al conocimiento de la vegetación Tardiglaciaria y Holocena en el extremo Norte de la Terra Chá (Galicia, España). *Nova Acta Científica Compostelana (Biología)*. 3 : 3-11
- RAMIL REGO, P. & AIRA RODRIGUEZ, M.J. (1992). Estudio palinológico de la turbera de Pena Veira (Lugo). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. 51 (1). (sous presse).
- RIVAS MARTINEZ, S., GANDULLO GUTIERREZ, J.M., SERRADA, R., ALLUÉ ANDRADE, J.L., MONTERO DE BUROS, J.L. & GONZALEZ REBOLLAR, J.L. (1987). Memoria del mapa de series de vegetación de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Serie Técnica. Madrid. 268 p.
- VAN CAMPO, M. (1950). Une méthode de préparation très rapide des tourbes en vue de leur analyse pollinique. *Bull. Soc. Bot. Fr.* t. 97. n° 7-9. Paris.
- VAN DEN BRINK, L.M. & JANSSEN, C.R. (1985). The effect of human activities during cultural phases on the development of montane vegetation in the Serra da Estrela, Portugal. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 44 : 193-215.
- VAN MOURIK, J.M. (1986). Pollen profiles of slope deposits in the Galician area N.W. Spain. *Nederlandse Geografische Studies*. 12.
-

Comportamiento espacio-temporal de *Neomyia cornicina* (Fabricius, 1781) en un ecosistema de bosque mediterráneo de la península ibérica (Diptera : Muscidae) *

Comportement spatio-temporel de *Neomyia cornicina* (Fabricius, 1781) dans un écosystème de forêt méditerranéenne de la Péninsule Ibérique

Spatial and temporal behaviour of *Neomyia cornicina* (Fabricius, 1781) in a mediterranean oak forest of the Iberian Peninsula

ROJO, S. y MARCOS-GARCÍA, M.A. **

RESUMEN

Se analiza la distribución espacial y temporal de los imagos de *Neomyia cornicina* (Fabricius, 1781) en un encinar adhesado situado en el área mediterránea de la Península Ibérica.

En el estudio se observa una tendencia termófila en el comportamiento de esta especie que, a lo largo de su actividad anual, adapta sus patrones de distribución a las condiciones climatológicas.

PALABRAS CLAVE : *Neomyia cornicina*, dípteros coprófagos, distribución espacio-temporal, dehesa mediterránea

RESUME

La distribution spatio-temporelle des adultes de *Neomyia cornicina* dans un écosystème pâturé en forêt méditerranéenne de la péninsule ibérique est analysée.

L'activité annuelle de cette espèce est adaptée aux conditions climatiques de l'environnement et une tendance thermophile de l'espèce est mise en évidence.

MOTS-CLES : *Neomyia cornicina*, diptères coprophages, distribution spatio-temporelle, écosystème méditerranéen

ABSTRACT

The temporal and spatial distribution of *Neomyia cornicina* adults in a Mediterranean oak forest of the Iberian Peninsula are analysed.

This species seems to adapt its spatial and temporal distribution patterns to climatic conditions along its annual activity, and a trend towards a thermophilous behaviour of the species is also reported

KEYWORDS : *Neomyia cornicina*, spatial-temporal distribution, diptera coprophilous, Mediterranean forest

**Dpto. Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Biología Animal.
Universidad de Alicante. Campus de San Vicente del Raspeig. 03080
ALICANTE Spain

*Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación
DGICYT Nº PB91-0889

INTRODUCCIÓN

Neomyia cornicina tiene una distribución geográfica Holártica y Neotropical principalmente (PONT, 1986) tratándose de una especie muy abundante en toda la Península Ibérica, exceptuando la parte más árida de la zona sureste (PERIS *et al.*, 1963). Sus hábitos típicamente sinantrópicos la relacionan directamente con la presencia de ganado doméstico de pasto (GREGOR *et al.*, 1958 & GRENNBERG, 1971), donde desarrolla un importante papel en la fauna colonizadora coprófaga de estos medios (PAPP, 1971).

Los microhábitats creados temporalmente por la materia orgánica en descomposición son ocupados por un gran número de organismos, que deben adaptar su ciclo biológico a una rápida sucesión que ocasiona finalmente la autodestrucción del recurso (KOSKELA, 1979). Entre las adaptaciones a este tipo de medios, *Neomyia cornicina* utiliza la estrategia de la r realizando una rápida explotación del recurso trófico y aumentando exponencialmente el número de imagos hasta convertirse en la especie coprófila más abundante, en determinadas épocas del año (ROJO y MARCOS-GARCIA, 1990a).

En este trabajo se estudian las estrategias de comportamiento espacio-temporal de los imagos de *Neomyia cornicina* relacionadas con las heces de ganado vacuno en un bosque mediterráneo, así como su evolución a lo largo de la actividad anual de la especie.

METODOLOGÍA

Area de estudio. El estudio se realizó en la finca experimental "Castro-Enriquez", perteneciente a la provincia de Salamanca (Noroeste de España), situada a 40° 52' latit. N. y 6° 3' long. W. (29TQF4926 en unidades U.T.M.), con una altitud media de 803 metros sobre el nivel del mar.

La vegetación dominante es la típica de un encinar mediterráneo compuesto por *Quercus rotundifolia* Lam., que debido a la acción antropozoógena (pastoreo de ganado vacuno), ha dado lugar a la formación de un agrobiosistema de "dehesa" (GALANTE *et al.*, 1991).

El bioclima es Mesomediterráneo (RIVAS-MARTINEZ, 1987) y se sitúa en la banda Mediterránea-Iberoatlántica de la Península Ibérica, caracterizada por la concentración de la mayor parte de las precipitaciones en primavera y otoño, así como por la existencia de veranos calurosos y fríos inviernos (tabla 1).

Tabla 1

Relación de temperaturas medias registradas a lo largo del periodo de muestreo (T^a.m.d^a: Temperatura media diaria).

	Periodo			T ^a m. d ^a
	A	B	C	
Mayo	14.9	21.5	20.4	17,2
Junio	21.1	32	26.7	24.2
Julio	20	27.5	25.5	21.4
Agosto	26	35	29.5	28.1
Septiembre	15.5	23.2	21	18.4
Octubre	9	12	10.3	9.4
Noviembre	8.8	14	11.7	9.7
Diciembre	11.8	13.7	11.2	11.2
Enero	7	10.6	9.6	7.4
Febrero	7.6	13	12.5	9.4
Marzo	14.2	21	17.5	14.6
Abril	12.7	16.5	15	12.6

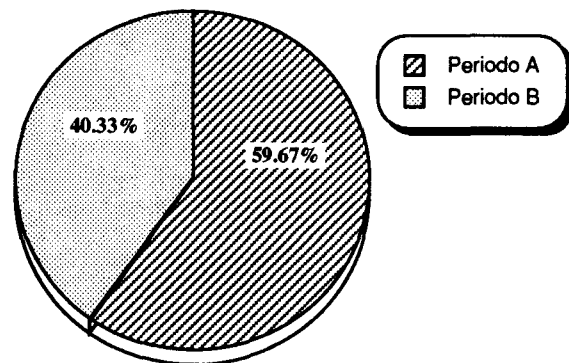


Figura 1.- Distribución temporal de *Neomyia cornicina* durante el inicio del periodo primaveral.

Muestreo. Los imagos fueron capturados mediante la utilización de trampas "pit-fall" de acuerdo con el modelo propuesto por HANSKI (1980), utilizado con éxito en otros trabajos de dípteros coprófilos (LOBO *et al.* 1988 ; ROJO & MARCOS-GARCIA, 1990b, 1991). Las trampas se cebaban con hez de ganado vacuno sin colonizar, en un valor aproximado de 950-1000 c.c. (± 1150 gr.), y utilizando etilenglicol diluido al 50% como líquido conservante.

Para el estudio de la actividad diaria de los imagos de *Neomyia cornicina* se procedió a la división de las 24 horas del día en periodos horarios de acuerdo con el método propuesto por MENA *et al.*, (1989). Estos 4 periodos corresponden con:

periodo A: desde el amanecer al mediodía (12 a.m.)

periodo B: desde el mediodía al atardecer

periodo C: crepúsculo

Durante la noche (periodo D), no se detectó actividad imaginal en ninguna época del año.

Con objeto de homogeneizar las condiciones en todos los periodos, al final de cada uno de ellos la hez de las trampas era sustituida por hez fresca.

Para el estudio de la distribución espacial se dispusieron 8 trampas (con una distancia de 20 metros entre cada una), colocadas en dos líneas paralelas (4+4). Esta disposición se correspondía además con un gradiente definido desde la zona de encinar cerrado (T-1), encinar cercano al pastizal (T-2), pastizal cercano al encinar (T-3), hasta la de pastizal abierto (T-4) (MENA *et al.* 1989).

El muestreo se realizó durante el periodo comprendido entre mayo de 1987 y abril de 1988. En total se capturaron 13114 imagos de *Neomyia cornicina*, que actualmente se encuentran depositados en la colección del Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales (Entomología) de la Universidad de Alicante (España).

Elaboración de los datos. Dado que no todos los periodos en los que se dividía el segmento diurno se componían del mismo número de horas y que además este variaba según la época del año, era necesaria una corrección de los datos antes de proceder a su comparación. Por este motivo, el número de imagos capturados en cada periodo se dividía entre el número de horas que lo constituía, y además se eliminaban los primeros 90 minutos del periodo A, debido a que a lo largo del año nunca se observó actividad en ellos.

El análisis de la distribución espacio-temporal de *Neomyia cornicina* se llevó a cabo en dos niveles: a) en primer lugar se comparaba de forma aislada cada medio (encinar o pastizal), para comprobar si las trampas dispuestas en cada uno de ellos (T-1, T-2 en el encinar y T-3, T-4 en el pastizal) eran o no réplicas entre sí, y b) se realizaba un estudio en conjunto de los dos medios.

Para determinar si las diferencias existentes eran o no significativas se utilizó una ANOVA de dos factores con interacción. Se comparaba pues, por un lado el factor Periodo Horario, con tres niveles (A, B, y C) y por otro el factor Trampa (niveles: T-1, T-2, T-3 y T-4), para el análisis individualizado de medios, o el factor Hábitat (con los niveles Encinar y Pastizal) para el estudio en conjunto. En el estudio de la interacción, se realizaron contrastes entre los niveles de cada factor mediante la comparación con el test de TUKEY. Las hipótesis de normalidad

y homocedasticidad de las poblaciones de partida, se verificaron con el test de DAVID y el test de BARTLLET respectivamente. Los datos se transformaron mediante la expresión $\ln(n+1)$ para conseguir la homogeneidad de varianzas (GALINDO, 1984).

RESULTADOS

Primavera

La actividad imaginal de *Neomyia cornicina* comienza en primavera, tras la quiescencia invernal. El número de imagos, en los alrededores de las heces del ganado, aumenta gradualmente a lo largo de este periodo del año conforme lo hacen las temperaturas medias diurnas. Dividiremos el estudio de la actividad espacio-temporal en tres grandes bloques: inicio, mediados y final de la primavera con objeto de evaluar de una forma más clara los cambios de comportamiento de esta especie a lo largo de toda la estación.

Inicio de la Primavera.- La actividad imaginal de esta especie, es muy baja durante este periodo (mes de abril). Este hecho puede ser explicado por la presencia de temperaturas todavía relativamente bajas para el grado de termofilia básico de esta especie. Esta hipótesis vendría apoyada por el hecho de que tan sólo se capturaron individuos en las trampas situadas en la zona de pastizal abierto, donde la exposición solar es mayor que en la zona cubierta por la vegetación. Además todos los individuos se obtuvieron durante los periodos horarios A y B, durante los cuales la temperatura media diurna aumenta de forma gradual hasta alcanzar la máxima diaria, (tabla 1), estando ausentes completamente durante el periodo C (figura 1).

El ANOVA utilizado para el estudio del comportamiento temporal de *Neomyia cornicina* analiza conjuntamente el factor Periodo Horario y el factor Trampa, no detectándose diferencias significativas en la interacción de ambos factores ($p = 0.859$) ni entre la actividad imaginal de los periodos horarios A y B ($p = 0.1243$). Las diferencias encontradas en el factor trampa ($p < 0.05$), no denotan pues un diferente grado de actividad horaria en cada trampa sino que se deben al hecho de un número mayor de individuos capturados en una de las trampas. Luego a efectos de distribución horaria, ambas trampas se pueden considerar como réplicas.

Periodo central de la primavera.- Al igual que en el inicio de la estación, el número de imagos capturados se concentra mayoritariamente

en los periodos horarios A y B, si bien en este caso no de manera exclusiva. No obstante las temperaturas medias diurnas y las temperaturas medias de cada periodo horario son sensiblemente superiores, como consecuencia, *Neomyia cornicina* es también capturada en la zona de arbolado, si bien en menor número de ejemplares (28.57%) que en la zona de pastizal.

Evaluando de forma separada cada uno de los dos medios detectamos, en la zona de encinar diferencias significativas en la interacción entre el factor Trampa y el factor Periodo Horario ($p=0.04$). Los posteriores contrastes detectan diferencias ($t_{TUKEY(6,6)}$: 1%=3.34, 5%=3.98) sólo entre los periodos B y C de la trampa mas alejada del encinar ($t_{exp}=5.637$). Esta diferencia puede explicarse por el hecho de que durante el periodo C la actividad imaginal era muy baja y en la trampa mas alejada del encinar no se capturó ningún ejemplar. Sin embargo la distribución temporal en las dos trampas es idéntica, centrándose la mayoría de los individuos durante los periodos horarios A y B, por lo que ambas trampas pueden considerarse como réplicas.

En lo que respecta a la zona de pastizal, la situación es muy semejante a la que ocurría al inicio de la estación, es decir, los imagos se concentran exclusivamente durante los periodos A y B sin detectarse diferencias significativas entre el número de individuos capturados en cada uno de ellos así como entre los ejemplares capturados en cada trampa, ni en la interacción de los dos factores (en todos los casos $p>0.05$).

El análisis conjunto (encinar y pastizal) de la distribución espacio-temporal indica un potente efecto interacción entre el factor medio y el factor periodo horario ($p=0.002$), por lo que se hace necesario la realización de contrastes "a posteriori" entre los diferentes niveles de dichos factores. Los resultados de estos contrastes se muestran en la tabla 2.

Como resultados globales del comportamiento espacio-temporal de *Neomyia cornicina* podemos concluir que la actividad imaginal, en esta época del año (figura 2) se encuentra significativamente en la zona de pastizal ($p=0.01$). Esta diferencia se observa también significativamente (en los dos medios estudiados) durante el periodo horario A, en donde la acción solar contrarresta mas eficientemente la baja temperatura ambiental. Durante los periodos A y B se concentran la mayor parte de los individuos capturados, sin detectarse diferencias entre ambos. Las únicas diferencias significativas se muestran en los contrastes efectuados entre estos dos periodos y el periodo C donde la actividad imaginal es nula

Tabla 2

Resultados del análisis espacio-temporal de los imagos de *N. cornicina* durante el periodo central de la primavera. * Nivel de confianza del 99%, ** Nivel de confianza de 95%.

Contrastes	t_{exper}	t_{Tukey}
Periodo A (Encinar / Pastizal)	5.432	*
Periodo B (Encinar / Pastizal)	3.460	—
Periodo C (Encinar / Pastizal)	2.744	—
Periodo A / Periodo B (Encinar)	2.803	—
Periodo A / Periodo C (Encinar)	1.903	—
Periodo B / Periodo C (Encinar)	4.707	*
Periodo A / Periodo B (Pastizal)	0.840	—
Periodo A / Periodo C (Pastizal)	10.07	**
Periodo B / Periodo C (Pastizal)	10.91	**

$t_{\text{Tk. (6,6)}}: 0.01 = 5.64$
 $0.05 = 3.98$

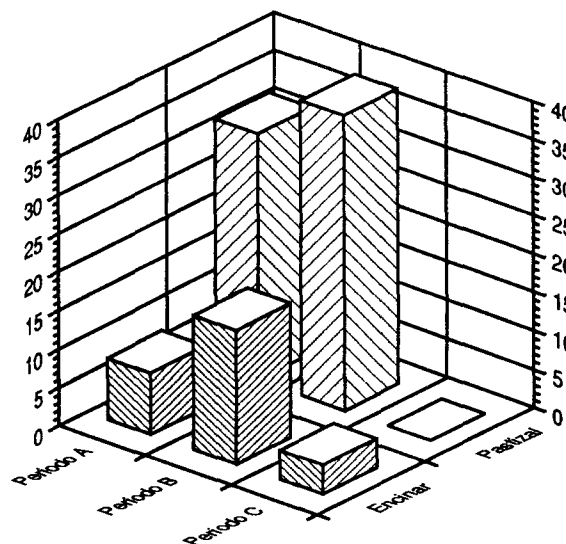


Figura 2.- Actividad espacio-temporal de *Neomyia cornicina* durante el periodo central de la primavera.

o prácticamente insignificante, como ya se puso de manifiesto en el análisis individualizado de cada medio.

Fin del periodo primaveral.- En esta época del año, la mayor proporción de la actividad imaginal se encuentra durante el periodo horario B. Al contrario que en las etapas anteriores, el número de individuos capturados en la zona de encinar es sensiblemente superior al obtenido en la zona abierta (58.32%); este hecho, sin duda esta relacionado con el significativo aumento de las temperaturas en esta época del año (tabla 1).

Los resultados de los análisis efectuados en cada uno de los dos medios estudiados, indican que, tanto las trampas situadas en el encinar como las dispuestas en el pastizal, pueden considerarse como réplicas entre si ($p>0.05$).

El ANOVA utilizado en el estudio global del comportamiento espacio-temporal indica que las diferencias existentes entre el número de ejemplares capturados en cada medio se corresponde efectivamente con un mayor grado de actividad imaginal en la zona de encinar ($p=0.046$). La distribución horaria es, en los dos medios idéntica, existiendo diferencias significativas ($p=0.003$), entre la actividad de los imagos en cada periodo. En la tabla 3 vemos como el resultado de los diferentes contrastes, resalta la concentración significativa de la mayor parte de los imagos, durante el periodo B sin detectarse diferencias entre la actividad observada durante los otros dos periodos horarios.

La presencia de un mayor número de ejemplares en la zona arbolada, se hace también patente en cada uno de los periodos horarios (figura 3).

La mayor abundancia de individuos durante el periodo B, refleja la termofilia de esta especie, pues es durante este periodo cuando se producen la máximas diarias de temperatura.

Tabla 3

Resultados de los contrastes entre la actividad imaginal de *N. cornicina* al final de la primavera
* Nivel de confianza del 99%, ** Nivel de confianza de 95%.

Contrastes	t _{exper}	t _{Tukey}
Periodo A / Periodo B	3.757	*
Periodo A / Periodo C	1.888	—
Periodo B / Periodo C	5.646	**

t_{Tk.} (6,3) : 0.01 = 4.48
0.05 = 3.07

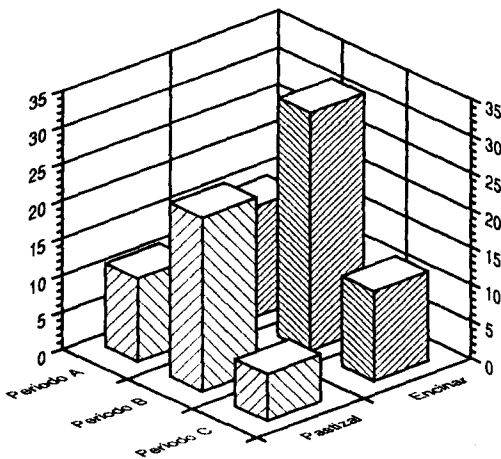


Figura 3.- Dimensión espacio-temporal de la actividad de los imagos de *Neomyia cornicina* en la etapa final de la primavera.

Verano

Los imagos de *Neomyia cornicina* alcanzan su mayor abundancia poblacional, al comienzo del verano, siendo durante esta época del año, el díptero coprófilo mas abundante en las heces de ganado vacuno de la zona de estudio.

El comportamiento a lo largo de todo el periodo estival, es mas o menos regular, debido en gran parte a que las condiciones climatológicas suelen ser menos variables que en otras épocas del año. Estudiaremos el comportamiento espacio-temporal durante el máximo de la población para compararlo posteriormente con el que se produce en el resto del periodo estival.

Distribución E-T durante el máximo poblacional.- Estudiando de forma aislada la zona de encinar y la de pastizal, no se detectan diferencias significativas entre el número de imagos capturados por las dos trampas dispuestas en cada uno de ellos ($p>0.05$).

Sí se observan diferencias significativas entre el número de capturas efectuadas en cada medio ($p=0.02$), siendo en esta ocasión la zona arbolada la que presenta un mayor número de ejemplares (55.3%). En lo que respecta a la distribución horaria, el ANOVA resalta un potente efecto interacción entre los dos tipos de hábitat ($p=0.005$), la tabla 4 muestra los resultados de los contrastes efectuados.

El análisis de esta interacción revela diferencias significativas entre las capturas efectuadas en cada medio, según el periodo horario; así durante el periodo A la máxima abundancia se encuentra en el pastizal, mientras que durante el periodo B, el mayor número de capturas se produce en la zona arbolada. Por su parte, no se detectan diferencias significativas entre las capturas realizadas en cada uno de los tres periodos, en la zona de encinar. Sin embargo en la zona abierta, la mayor actividad imaginal se encuentra concentrada en su mayor parte, durante los periodos horarios A y C, sin diferencias significativas entre ambos (figura 4).

Esta distribución espacio-temporal, tiene una relación directa con una clara conducta termófila de *Neomyia cornicina*, para la consecución de unos niveles de temperatura moderadamente altos. Así, es lógico que durante el periodo A, que es donde se registran las temperaturas diurnas mas bajas, el mayor número de individuos se sitúen en el pastizal, donde la acción solar es directa sobre el sustrato. Mientras que durante el periodo B, que incluye la temperatura máxima diaria, los imagos de

Tabla 4

Contrastes entre la actividad de los imagos de *Neomyia cornicina* durante el máximo poblacional * Nivel de confianza del 99%, ** Nivel de confianza de 95%.

Contrastes	t _{exper.}	t _{Tukey}
Periodo A (Encinar / Pastizal)	1.788	—
Periodo B (Encinar / Pastizal)	5.628	*
Periodo C (Encinar / Pastizal)	1.138	—
Periodo A / Periodo B (Encinar)	0.569	—
Periodo A / Periodo C (Encinar)	1.470	—
Periodo B / Periodo C (Encinar)	1.275	—
Periodo A / Periodo B (Pastizal)	6.848	**
Periodo A / Periodo C (Pastizal)	1.456	—
Periodo B / Periodo C (Pastizal)	5.391	*

t Tk. (6,6) : 0.01 = 5.64
0.05 = 3.98

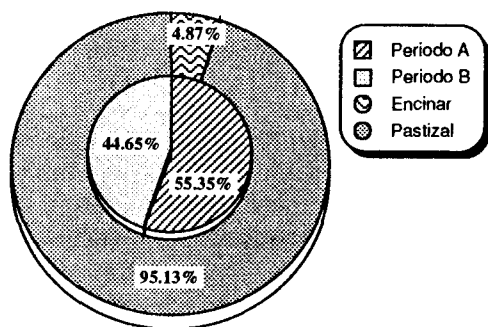


Figura 4.- Distribución temporal de la actividad imaginal de *Neomyia cornicina*, durante su máximo poblacional.

Neomyia cornicina prefieren casi exclusivamente, la zona de encinar, donde la cubierta de vegetación no permite un aumento excesivo de los niveles térmicos, regulando de manera más o menos constante la temperatura media, razón por la cual no se detectan diferencias significativas entre las capturas de los tres periodos, en dicho medio. Sin embargo en la zona sin vegetación, los imagos sólo estarán presentes en aquellos periodos horarios donde la influencia solar sea mínima, es decir el A y el C.

Distribución E-T en el resto del verano.-

La distribución espacio-temporal de *N. cornicina* durante el resto del periodo estival se mantiene estable de manera general, y la actividad de los imagos sigue siendo máxima durante los periodos A y C detectándose la mayoría de los individuos en el encinar.

No obstante, cuando se producen las máximas temperaturas anuales, acontecen ciertos cambios en cuanto al comportamiento general de la especie. Así la actividad imaginal se sigue centrando durante los periodos horarios A y C pero durante las horas centrales del día prácticamente no se existe actividad imaginal en la zona de pasto, donde la temperatura máxima puede superar los 40 grados centígrados.

Este tipo de distribución espacio-temporal no es fijo, y continuamente se debe adaptar a los cambios que se producen en las condiciones climatológicas existentes. Como ejemplo de ello, durante el muestreo del mes de julio existió un brusco descenso de la temperatura diurna situándose muy por debajo de la típica para esta época del año, siendo incluso inferior a la obtenida durante el mes de junio. Como consecuencia de este cambio, aunque la máxima actividad imaginal seguía encontrándose en la zona arbolada el mayor número de ejemplares se centraba en los periodos horarios donde mejor se aprovecharan las temperaturas más altas. Así en la zona de pastizal los imagos se distribuían significativamente entre los periodos B y C ($p=0.0004$), mientras que en la zona de encinar durante el periodo B, se alcanzaba el mayor grado de actividad imaginal ($p=0.0001$).

Otoño

Los efectivos de la población de *N. cornicina* han ido descendiendo gradualmente desde la formación del máximo poblacional durante el mes de junio. El mayor número de ejemplares se localiza durante el inicio del periodo otoñal, cuando la temperatura media diurna, no es todavía demasiado baja. Dado que el cambio climático se produce de forma acelerada, la distribución espacio-temporal variará también de forma rápida.

En el estudio individualizado de cada uno de los dos medios no se detectan diferencias significativas entre el número de ejemplares capturados en cada par de trampas ($p=0.27$, para las trampas de encinar y $p=0.35$ para las del pastizal), luego las cuatro series se pueden considerar réplicas dos a dos.

Una vez eliminado el factor trampa, si comparamos globalmente el factor Periodo Horario con el factor Tipo de Hábitat, comprobamos que las diferencias existentes entre el número de capturas realizado entre los dos medios, no son significativas ($p=0.1$). El mayor número de ejemplares se capturó durante los periodos A y C, pero el análisis estadístico (tabla 5) encuentra tan sólo diferencias con

significación en el mayor grado de actividad imaginal durante el periodo A, sin detectar diferencias estadísticamente significativas entre la actividad durante los periodos B y C (figura 5). Esta nueva distribución de la actividad espacio-temporal de *Neomyia cornicina* en relación con la existente al final del verano puede deberse, en gran medida, a que el gradual descenso de las temperaturas se hace mas patente desde las horas centrales del día, debido a la rápida disminución del número de horas de luz, típico de esta estación.

Tabla 5

Resultados del análisis del factor periodo horario en la población otoñal de *N. cornicina*. * Nivel de confianza del 99%, ** Nivel de confianza de 95%.

Contrastes	t exper.	t Tukey
Periodo A / Periodo B	6.817	**
Periodo A / Periodo C	4.121	*
Periodo B / Periodo C	2.695	—

t Tk. (6,6) : 0.01 = 4.48
0.05 = 3.07

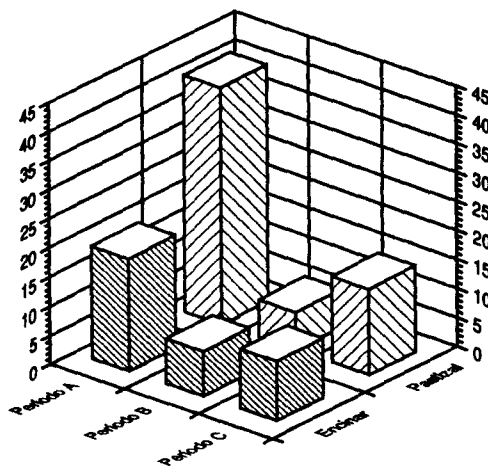


Figura 5.- Distribución en el espacio y en el tiempo de *Neomyia cornicina*, durante el inicio del otoño.

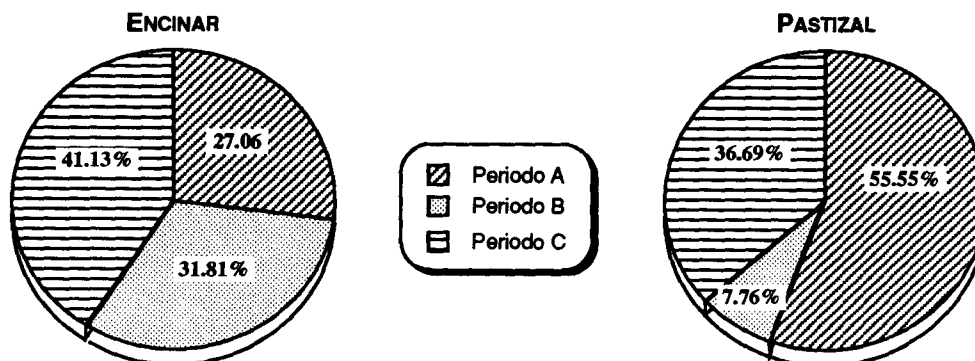


Figura 6.- Reparto de la actividad imaginal de *Neomyia cornicina* (dimensión espacial y temporal).

A finales de octubre la actividad de *Neomyia cornicina* es muy baja, pero todavía se pueden observar algunos imagos activos. La casi totalidad de los individuos se localizan en las trampas de pastizal y en los periodos horarios con una temperatura media mas elevada, es decir el A y el B (figura 6).

A partir de esta fecha los imagos permanecen en estado de baja actividad metabólica hasta el comienzo de la primavera. Ocasionalmente puede observarse algún ejemplar ginoivernante (SKIDMORE, 1985 ; ROJO y MARCOS-GARCIA, 1990a) aislado durante el invierno, en estos casos los individuos observados siempre se situaban en la zona de pastizal.

DISCUSION

En un trabajo anterior (ROJO & MARCOS-GARCÍA, 1990a) ya exponíamos la idea de una conducta termófila de los imagos de *Neomyia cornicina* basada principalmente en tres aspectos generales: a) el hecho de que casi el 70% del total de individuos se capturaran dentro del intervalo de 20-38°C de temperatura; b) la presencia de ejemplares activos a temperaturas extremas (35°C) y c) la relación directamente proporcional que existía al comparar la fenología de la especie con la variación anual de temperaturas medias mensuales.

El análisis del comportamiento y la distribución espacial y temporal de los imagos de *Neomyia cornicina* confirma la hipótesis de la necesidad de unos requerimiento térmicos altos para el desarrollo óptimo de esta especie. En este sentido, si recapitulamos los resultados obtenidos a lo largo de este estudio, obtendremos un patrón de distribución espacio-temporal claramente termófilo.

Primavera: tras la inactividad invernial, los primeros imagos que aparecen ocupan exclusivamente la zona de pastizal y los periodos

horarios A y B; mediante esta doble estrategia aprovechan los periodos de máxima temperatura ambiente en el medio donde es mas efectiva la acción solar. Conforme avanza la estación, esta tendencia se mantiene idéntica, pero como reflejo del progresivo aumento de la temperatura, los imagos ocupan también la zona cubierta por vegetación si bien en número significativamente menor (28%). Sin embargo conforme el verano se hace más próximo el aumento de temperatura se hace exponencial y como resultado, al final de la primavera los imagos de *Neomyia cornicina* se localizan en mayor proporción sobre la zona de encinar y significativamente durante el periodo B. El hecho de la elección del periodo horario que incluye las temperaturas diarias mas elevadas, denota la termofilia de esta especie; y la localización mayoritaria en la zona de encinar indica ciertos requerimientos hídricos para el desarrollo óptimo de la misma.

Verano: en el área de estudio, los veranos se caracterizan por ser muy calurosos y secos; esta es la razón primordial de la distribución significativamente mayor de los imagos de *Neomyia cornicina* en la zona arbolada, donde la influencia de la acción solar será mínima y se satisfacen las necesidades hídricas de la especie. Sin embargo, las condiciones climáticas varían sensiblemente a lo largo del segmento diurno, de forma que la presencia de los imagos en la zona de pastizal se concentra principalmente en los periodos A y C (donde las temperaturas son menos extremas), mientras que en el encinar, la cubierta vegetal actúa como «amortiguador» igualando en cierto grado las condiciones climáticas durante los tres periodos horarios, que no presentan diferencias en cuanto al número de capturas realizadas en cada uno de ellos. Las condiciones climáticas son relativamente estables a lo largo de toda la estación, sin embargo, cuando se alcanzan las temperaturas máximas anuales, este patrón de distribución varía aumentando la proporción de individuos en el encinar y eliminándose prácticamente la actividad durante el periodo B en el pastizal.

Otoño: durante el periodo otoñal, se produce un progresivo descenso en el número de imagos de la población de *Neomyia cornicina* y las condiciones climáticas, también varían rápidamente, siendo los efectos mas evidentes el descenso de la temperatura y la reducción del número de horas solares. Por estas razones, los imagos se localizan de forma predominante durante el periodo A y no manifiestan diferencias entre la distribución en los dos tipos de hábitat, como ocurría durante el verano. Por último, al final de la estación, las condiciones climáticas se asemejan en gran medida a las del comienzo de

primavera, por lo que los imagos adoptarán una distribución semejante a la de esta época del año: presencia mayoritaria en la zona de pastizal, y localización durante los periodos horarios que incluyen las temperaturas máximas diarias (A y B).

BIBLIOGRAFÍA

- GALANTE, E., GARCIA-ROMAN, M., BARRERA, I. & GALINDO, P. (1991).- Comparison of spatial distribution patterns of dung-feeding scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae) in wooded and open pastureland in the Mediterranean "Dehesa" area of the Iberian Peninsula. *Environmental Entomology* 20 (1) : 90-97.
- GALINDO, M. P. (1984).- *Exposición intuitiva de Métodos Estadísticos*. © M^a Purificación Galindo Villardon. Salamanca. 854 pp.
- GREENBERG, B. (1971).- *Flies and Disease*. Vol. I: *Ecology, classification and biotic associations*. New Jersey. Princenton University Press. 856 pp.
- GREGOR, F. & POVOLNY, D. (1958).- Versuch einer Klassifikation der synanthropen Fliegen (Diptera). *J. Hyg. Epidemiol. Microbiol. Immunol.*, 2 : 205-216.
- HANSKI, I. (1980).- Spatial patterns and movements in coprophagous beetles. *Oikos*, 34 : 293-310.
- KOSKELA, H. (1979).- Patterns of diel flight activity in dung-inhabiting beetles: An ecological analysis. *Oikos*, 33 : 419-439.
- LOBO, J.M., MARTIN-PIERA, F. & VEIGA, C.M. (1988).- Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de captura. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, 25 (1) : 77-100.
- MENA, J., GALANTE, E. & LUMBRERAS, C.J. (1989).- Daily flight activity of Scarabaeidae and Geotrupidae (Col.) and analysis of the factors determining this activity. *Ecologia Mediterranea*, 15 (1/2) : 69-80.
- PAPP, L. (1971).- Ecological and production biological data on the significance of flies breeding in cattle droppings. *Act. Zool. Acad. Scien. Hung.* 17 : 91-105.

- PERIS, S.V. & LLORENTE, V. (1963).- Notas sobre Muscini paleárticos y revisión de las especies españolas (Diptera, Muscidae). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (B), 61 : 209-269.
- PONT, A.C. (1986).- *Family Muscidae*. In Soós A., (ed.). *Catalogue of Palaearctic Diptera*. Vol.11 : 57-215 .
- RIVAS-MARTINEZ, S. (1987).- *Memoria del Mapa de Series de vegetación de España a escala 1:400000*. ICONA, Ed.: M^o de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 544 pp.
- ROJO, S. & MARCOS-GARCIA, M.A. (1990a).- Biología y ecología de *Neomyia cornicina* (Fabricius, 1781) en un encinar mediterráneo (Diptera, Muscidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 14: 231-241.
- ROJO, S. & MARCOS-GARCIA, M.A. (1990b).- Descripción de los estadios preimaginales y biología de *Polietes meridionalis* Peris et Llorente, 1963 (Diptera, Muscidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie* 7(4): 369-375.
- ROJO, S. & MARCOS-GARCIA, M.A. (1991).- Biología y actividad imaginal de *Scathophaga stercoraria* (Linnaeus, 1758), en un encinar mediterráneo (Diptera, Scathophagidae). *Ecologia Mediterranea*, XVI (1/2): 135-144.
- SKIDMORE, P. (1985).- *The Biology of the Muscidae of the World*. Dr W. Junk Publishers (ed.). Netherlands. 550 pp.
-

La faune entomologique du chêne-liège en forêt de la Mamora (Maroc)

The insect fauna of the cork-oak tree in the Mamora forest (Morocco)

Claire VILLEMANT*, Alain FRAVAL**

RESUME

Le chêne-liège *Quercus suber* L., une des principales essences forestières du Maroc, héberge une entomofaune très variée. Cet article recense les consommateurs phytophages (avec leurs ennemis) et xylophages (avec leurs commensaux), en forêt de la Mamora. Parmi ces consommateurs, certains bénéficient de l'impact croissant de l'homme sur la forêt et, de ce fait, contribuent à sa dégradation.

MOTS-CLES : *Quercus suber*, Maroc, *Insecta*

ABSTRACT

A very large and varied insect fauna uses the cork oak (*Quercus suber*) - one of the most important tree species in Morocco's natural forests - at some stage of their life-cycle. This paper lists its phyllophagous consumers (with their enemies) and xylophagous consumers (with commensals) in the Mamora forest.

Some cork-oak feeders are favoured by anthropization and therefore enhance forest decline.

KEY-WORDS : *Quercus suber*, Morocco, *Insecta*

Le chêne-liège *Quercus suber* L. (Fagaceae) est une essence endémique du bassin Méditerranéen occidental. Il caractérise la subéraie, forêt bien typée, écosystème méditerranéen particulièrement menacé au Maroc, ensemble économique, forestier, botanique et zoologique relativement bien connu. On se propose dans cet article d'en décrire l'entomofaune - celle qui est directement liée au Chêne-liège - à partir des données de la bibliographie et, surtout, des travaux récents des auteurs (VILLEMANT et FRAVAL ed., 1991), qui ont porté essentiellement sur la forêt de la Mamora. Cette subéraie, proche de l'océan Atlantique, souffre particulièrement des agressions de l'homme et d'attaques parasitaires, à quoi s'ajoutent les effets d'une sécheresse prolongée.

Après une description succincte du milieu, nous livrerons l'inventaire des Arthropodes con-

sommateurs de *Q. suber*, assorti de précisions sur leur mode d'exploitation de cet arbre ; nous présenterons ensuite la faune associée : parasites, prédateurs et commensaux.

LE CHENE-LIEGE ET LA SUBERAIE

Beaucoup des caractéristiques du chêne-liège (forme des feuilles, rythmes de floraison, de glandée et de renouvellement du feuillage) sont mal définies. Dans la forêt de la Mamora, coexistent des arbres à feuilles larges et planes et des sujets à feuilles en cuiller ; la floraison, si elle a lieu, commence en avril et se poursuit jusqu'en juin ; les glands mûrissent la même année ; la plupart des individus refont entièrement leur feuillage au printemps (FRAVAL, 1991).

La vigueur des arbres, sur les sols sableux de la Mamora, dépend d'une bonne alimentation en eau des racines : la couche imperméable ne doit pas être trop proche de la surface, en l'absence d'une pente qui assure un bon drainage.

* Muséum national d'histoire naturelle, laboratoire d'Entomologie 45, rue Buffon, 75005 Paris. Fax : 40 79 36 99.

** Institut national de la recherche agronomique, délégation permanente à l'Environnement. 147, rue de l'Université 75338 Paris cedex 07. Tél. : 42 75 92 47 ; Fax : 42 75 94 26.

Les arbres souffrant d'asphyxie ou de dessèchement des racines sont très sensibles au champignon *Hypoxylon mediterraneum* (D. Ntrs) et aux insectes xylophages.

La régénération naturelle de cet arbre, par glands, est devenue impossible (pression anthropique très forte et conditions écologiques modifiées). Le chêne-liège est reproduit par plantation, avec peu de succès, et par recépage.

La Mamora connaît actuellement des problèmes graves et la superficie de chêne-liège (toutes densités confondues), qui était de 130 000 ha au début du siècle, ne dépasserait pas 55 000 ha. Aux aléas climatiques s'ajoutent - avec une part prépondérante - les multiples facteurs anthropiques adverses, aggravés encore par la proximité de centres urbains importants et en pleine expansion démographique : Kénitra à sa lisière nord-ouest et Rabat-Salé à sa pointe sud-ouest.

Globalement, le climat est océanique à l'ouest (étage sub-humide) avec des écarts de température modérés (notons qu'il n'y gèle jamais) et souvent une forte hygrométrie (hors des périodes de chergui, vent du sud-est). Il tend vers le type continental à l'est du massif (étage semi-aride), où la période sèche est plus longue.

La présence d'une importante population riveraine et la proximité des villes font que le pâturage y atteint une intensité tout à fait incompatible avec la survie de la subéraie et que les prélèvements délictueux de bois et de glands, atteignent par endroits des proportions catastrophiques.

Une relation particulière semble lier la proximité de la ville (notamment autour de Kénitra) et l'importance (diversité et effectifs) de la faune antagoniste du chêne-liège. Beaucoup de ces insectes sont en effet soit des ravageurs secondaires et tertiaires, soit des habitants au moins temporaires des décollements du liège et des blessures, soit des «amateurs» de jeunes pousses (gourmands se développant après mutilation), qui profitent du mauvais état des chênes-lièges dans ces endroits très anthropisés ou, selon l'expression locale, «délinqués».

LES CONSOMMATEURS PHYLLOPHAGES

Les insectes qui se nourrissent des feuilles du chêne dans l'Ancien et le Nouveau Monde sont au centre d'une réflexion récente sur les rapports plantes-insectes. Le genre *Quercus* est ancien et représenté par de très nombreuses

espèces. Il est «apparent», au sens de FEENY (1976) et de RHOADES et CATES (1976). Il héberge de fait une faune très diversifiée, dont des insectes phyllophages (tableau I). Ceux-ci exploitent les feuilles de différentes façons, en les découpant, en les décapant, en les perforant pour exploiter les liquides intracellulaires et la sève, en creusant entre les deux épidermes, en provoquant la formation d'une galle, etc. Cependant la plupart d'entre eux exploitent le feuillage jeune, issu du débourrement de printemps qui refeuille l'arbre dénudé pendant l'hiver (chêne rouvre d'Europe *Quercus sessiliflora* ou *Q. petraea*), mais aussi chênes tauzin et zéen *Q. pyrenaica* Willd. et *Q. mirbeckii* Dur. d'Afrique du Nord) ou assure un renouvellement progressif du feuillage (chêne-liège et chêne vert *Q. rotundifolia* Lam.). Cette ressource particulière a un caractère peu prévisible du fait des variations chronologiques provoquées par les facteurs édapho-climatiques ainsi que par les défoliations (FRAVAL, 1984 ; 1986). De fait, concordances et discordances phénologiques jouent un grand rôle dans la dynamique des populations des insectes phyllophages inféodés au chêne, dont certains ont même pu se spécialiser au niveau de la population (DU MERLE, 1981 ; 1983 ; DU MERLE et MAZET, 1990).

La concentration des phyllophages pendant une courte phase se traduit en outre par une forte concurrence, laquelle introduit des aléas supplémentaires dans la survie de ces populations. Elle semble imposée par la double «protection» dont bénéficient les feuilles matures du chêne. A la suite de FEENY (1976), on a distingué classiquement les protections quantitatives (comme les tanins) agissant en fonction de leur dose et réduisant la digestibilité de la matière végétale, et les protections qualitatives (comme les alcaloïdes). Les feuilles jeunes n'auraient que des protections qualitatives, tandis que les feuilles âgées posséderaient les deux. La question a fait et fait toujours l'objet de débats (BARBOSA et KRISCHICK, 1987). D'autres caractères de la feuille mature interviennent sans doute, comme sa «pénétrabilité», sa teneur en eau et son contenu en azote, ce dernier apparaissant décisif pour les larves mineuses (FAETH *et al.*, 1981).

Parmi ces consommateurs, le Bombyx disparate *Porthetria dispar* est sans conteste le plus actif. Il dévore de préférence les feuilles jeunes et à défaut les feuilles âgées, les bourgeons et les fleurs. Il manifeste des gradations quasi-cycliques, amenant, lors des culminations, des défoliations totales étendues sur plusieurs dizaines de milliers d'hectares. La destruction totale du feuillage entraîne la mort de la quasi-totalité des chenilles de cette espèce mais aussi celle des autres consommateurs de feuilles, dont

Tableau I

Arthropodes phyllophages du chêne-liège en Mamora (Maroc)

a : organe attaqué (BRG = bourgeons, FJE = feuilles jeunes, FAG = feuilles âgées) ;
 b : stade concerné (l = larve, a = adulte) ; c : mode de prise de nourriture (DDP = décapeur ou découpeur, MIN = mineur, P-S = piqueur-suceur, GAL = gallicole) ; d : importance des dégâts (***) = défoliateur cyclique, ** = défoliateur occasionnel, * = capable de défeuiller partiellement les arbres).

	a	b	c	d
LEPIDOPTERES				
Lycaenidae				
<i>Satyrium esculi mauretanicum</i> Staudinger (= <i>Strymonidia esculi</i>)	FJE	1	DDP	
Sphingidae				
<i>Marumba quercus</i> Denis et Schiffermüller	FJE	1	DDP	
Lasiocampidae				
<i>Phylodesma (Epicnaptera) suberifolia</i> (Duponchel)	FJE	1	DDP	
<i>Malacosoma neustrium flavescens</i> Grünberg	FJE	1	DDP	
Arctiidae				
<i>Eilema bipuncta</i> (Hübner) (= <i>Lithosia bipuncta</i>)	FJE	1	DDP	(1)
<i>Pelosia plumosa</i> Mabille (= <i>Phryganopsis unipuncta</i> Hampson)	FJE	1	DDP	
Noctuidae				
<i>Catocala nymphagoga</i> Esper	FJE	1	DDP	**
<i>Catocala conjuncta vivida</i> Warren	FJE	1	DDP	
<i>Ephesia nymphaea</i> Esper	FJE	1	DDP	
<i>Dryobotodes cerris</i> Boisduval (= <i>roboris</i> Geyer nec F.)	FJE	1	DDP	
<i>Catephia alchymista</i>	FJE	1	DDP	
<i>Minucia lunaris maura</i> Oberthür	FJE	1	DDP	
<i>Nycteola revayana</i> Scopoli (= <i>Sarrothripes revayana</i>)	FJE	1	DDP	
<i>Nycteola columbana</i> Turner	FJE	1	DDP	
Lymantriidae				
<i>Porthetria dispar</i> (L.)	FJE/FAG	1	DDP	***
<i>Orgyia trigotephra anceps</i> Oberthür	FJE	1	DDP	**
<i>Euproctis chrysorrhoea xanthorrhoea</i> Oberthür	FJE/FAG	1	DDP	*
Notodontidae				
<i>Drymonia ruficornis</i> Hufnagel (= <i>chaonia</i> Hübner)	FJE/FAG	1	DDP	**
<i>Harpyia powelli</i> Oberthür (= <i>Hybocampa powelli</i>)	FJE/FAG	1	DDP	
<i>Phalera bucephalina</i> Staudinger	FAG	1	DDP	**
<i>Peridea anceps mesatlantica</i> Rungs	FJE	1	DDP	
Drepanidae				
<i>Watsonalla uncinula</i> Borkhausen (= <i>Drepana binaria uncinula</i> Auct.)	FJE	1	DDP	
Geometridae				
<i>Biston strataria meridionalis</i> Oberthür	FJE	1	DDP	**
<i>Peribatodes manuelaria</i> Herrich-Schäffer (= <i>Boarmia ilicaria</i> Geyer)	FJE	1	DDP	
<i>Adactylothis gesticularia</i> Hübner (= <i>ungemachi</i> Lucas)	FJE	1	DDP	
<i>Eupithecia massiliata</i> Millière	BRG/FJE	1	DDP	
Pyrallidae				
<i>Acrobasis glaucella</i> Staudinger	FJE/FAG	1	DDP	*
<i>Microthrix similella</i> Zincken (= <i>Nephropteryx similella</i>)	FJE	1	DDP	
Tortricidae				
<i>Tortrix viridana</i> (L.)	BRG/FJE	1	DDP	**
<i>Cnephasia longana</i> Haworth (= <i>luridalbana</i> Herrich-Schäffer)	FJE	1	DDP	
Gelechiidae				
<i>Teleiodes squamulella</i> Peyerimhoff	BRG	1	DDP	
<i>Teleiodes decorella</i> (Haworth) (= <i>humeralis</i> Zeller)	BRG	1	DDP	
Oecophoridae				
<i>Carcina quercana</i> (F.)	FJE	1	DDP	
Gracillariidae				
<i>Phyllonorycter messaniella</i> (Zeller) (= <i>Lithocolletis messaniella</i>)	FJE	1	MIN	
<i>Caloptilia leucapennella</i> Stephens (= <i>Gracillaria sulphurella aurentiella</i> Peyerimhoff)	FJE	1	MIN	
Psychidae				
<i>Luffia</i> sp.	FJE	1	DDP	

COLEOPTERES**Chrysomelidae**

<i>Cryptocephalus alboscuteellatus immaculitissimus</i> Pic	FJE	a	DDP	*
<i>Pachybrachis regius</i> Schauff.	FJE	a	DDP	*
<i>Labidostomis hybrida</i> Lucas	FJE	a	DDP	*
<i>Lachnaea tristigma</i> (Auct.)	FJE	a	DDP	*
<i>Lachnaea sexpunctata</i> (Auct.)	FJE	a	DDP	*

Alleculidae

<i>Isomira melanophthalma</i> (Lucas) (= <i>Gonodera melanophthalma</i>)	FJE	a	DDP	
<i>Prionychus lugens</i> Küster (= <i>Eryx mauretanicus</i> Mulsant)	FJE	a	DDP	

Curculionidae

<i>Coeliodes conformis</i> Grillat	BRG/FJE	1/a	DDP	*
<i>Coeliodes ruber</i> (Marsham)	BRG/FJE	1/a	DDP	*
<i>Rhynchaenus erythropus</i> (Germar) (= <i>Orchestes erythropus</i>)	FJE	1/a	MIN/DDP	*
<i>Rhynchaenus irroratus</i> Kiesenwetter (= <i>Orchestes irroratus</i>)	FJE	1/a	MIN/DDP	*
<i>Brachyderes pubescens</i> Boheman	FJE	a	DDP	

HYMENOPTERES**Tenthredinidae**

<i>Periclista andrei</i> Konow	FJE	1	DDP	*
--------------------------------	-----	---	-----	---

Cynipidae

<i>Andricus</i> sp.	FJE	1	GAL	
<i>Andricus ostreus</i> Giraud	FJE	1	GAL	

HOMOPTERES**Jassidae**

<i>Allygus mixtus</i> Fieber (= <i>Jassus mixtus</i>).	FJE	1/a	P-S	
--	-----	-----	-----	--

Cercopidae

<i>Ptyelus spumarius</i> L.	FJE	1/a	P-S	
-----------------------------	-----	-----	-----	--

Issidae

<i>Hysteropterum hoidum</i> Berg.	FJE	1/a	P-S	
-----------------------------------	-----	-----	-----	--

Phylloxeridae

<i>Phylloxera quercus</i> Boyer de Fonscolombe	FJE	1/a	GAL	
--	-----	-----	-----	--

Aphididae

<i>Lachnus roboris</i> (L.) (= <i>Pterochorus roboris</i>)	BRG/FJE	1/a	P-S (2)	
<i>Pterochorus lepineyi</i> Mimeur	BRG/FJE	1/a	P-S	
<i>Thelaxes suberi</i> Del Guercio	BRG/FJE	1/a	P-S	
<i>Thelaxes dryophila</i> (Schranck)	BRG/FJE	1/a	P-S	
<i>Hoplocallis pictus</i> Ferrari	BRG/FJE	1/a	P-S	
<i>Myzocallis castanicola</i> (Buckton)	BRG/FJE	1/a	P-S	
<i>Myzocallis boudyi</i> Mimeur	BRG/FJE	1/a	P-S	
<i>Chaitophorus</i> sp.	BRG/FJE	1/a	P-S	
<i>Driaphis</i> sp.	BRG/FJE	1/a	P-S	

Aleurodidae

<i>Aleurodes</i> sp.	BRG/FJE	1/a	P-S	
----------------------	---------	-----	-----	--

ORTHOPTERES**Acrididae**

<i>Anacridium aegyptium</i> (L.) (= <i>Orthacanthacris aegyptium</i>)	FJE/FAG	1/a	DDP	
<i>Calliptamus barbarus</i> (Costa)	FJE/FAG	1/a	DDP	

ACARIENS**Eriophyidae**

<i>Eriophyes</i> sp.	FJE	1/a	GAL	
----------------------	-----	-----	-----	--

(1) Chenille essentiellement lichénophage

(2) Souvent installé sur les jeunes rameaux

la dynamique des populations est réglée en grande partie par celle de *P. dispar*. Les déprédations et les nuisances de ce dernier justifient des opérations de lutte, menées actuellement avec des produits à base de diflubenzuron ou de *Bacillus thuringiensis* Berl., qui agissent également sur certains de ses compétiteurs. Les fluctuations,

très brutales, des effectifs du *Bombyx dispar* règlent aussi les variations d'abondance de toute une faune d'antagonistes (tab. II), prédateurs et parasitoïdes plus ou moins spécialistes (FRAVAL, 1989).

Tableau II

Les Arthropodes parasitoïdes et prédateurs de *Porthetria dispar* en Mamora (Maroc) et leurs principaux hôtes et proies connus inféodés au chêne-liège.

(d'après VILLEMANT, 1989a et b ; VILLEMANT et FRAVAL, 1991)

A : Aphides ; Cc : *Compsilura concinata* ; Ci : *Coccygomimus instigator* ; Cm : *Cotesia melanoscela* ; Cn : *Catocala nymphagoga* ; Ec : *Euproctis chrysorrhoea* ; Mp : *Meteorus pulchricornis* ; On : *Oryctes nasicornis* ; Ot : *Orgyia trigotephras* ; Tv : *Tortrix viridana*.

Le stade consommateur est indiqué pour les prédateurs.

Espèces	Stade	Hôtes alternatifs
PARASITOÏDES OVOLARVAIRES		
Hym. Encyrtidae		
<i>Ooencyrtus kuvanae</i> (Howard) (introduit)		
PREDATEURS OOPHAGES		
Col. Dermestidae		
<i>Dermestes lardarius</i> (L.)	l/a	
<i>Trogoderma versicolor meridionalis</i> Kraatz	l	Ot
<i>Anthrenus</i> (<i>Nathrenus</i>) <i>sp.</i>	l	Ot
<i>A. verbasci</i> (L.)	l	
<i>A. minutus</i> Erichson	l	
<i>A. pimpinellae delicatus</i> Kiesenwetter	l	
<i>A. vladimiri</i> Menier et Villemant	l	
Col. Trogossitidae		
<i>Tenebroides maroccanus</i> (Reitter)	l/a	
Col. Melyridae		
<i>Dasytes terminalis</i> (Du Val)	l	
Col. Cleridae		
<i>Opilo domesticus</i> (Sturm)	l	
Col. Tenebrionidae		
<i>Akis tingitana</i> Lucas	a	
Lep. Pyralidae		
<i>Aglossa caprealis</i> (Hübner)	l	
Lep. Tineidae		
<i>Niditinea fuscipunctella</i> (Haworth)	l	
Hym. Formicidae		
<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)	a	Tv
<i>Aphaenogaster senilis disjuncta</i> Santschi	a	
PARASITOÏDES LARVAIRES		
Hym. Braconidae		
<i>Cotesia melanoscela</i> (Ratzeburg)		
(= <i>Apanteles solitarius</i>)		Ot
<i>Glyptapanteles porthetriae</i> (Müsebeck)		
(= <i>Apanteles porthetriae</i>)		
<i>Dolichogenidea lacteicolor</i> (Viereck)		
(= <i>Apanteles lacteicolor</i>)		Ot, Ec
<i>Meteorus pulchricornis</i> Wesmael		Ot
Dipt. Tachinidae		
<i>Palexorista inconspicua</i> (Meigen)		
(= <i>Sturmia inconspicua</i>)		
<i>Compsilura concinnata</i> (Meigen)		Ec
<i>Carcelia separata</i> (Rondani) (= <i>excisa</i> Auct.)		
<i>Exorista segregata</i> (Rondani)		
(= <i>Tricholyga segregata</i>)		Ec
PARASITOÏDES NYMPHAUX		
Hym. Chalcididae		
<i>Brachymeria intermedia</i> (Nees)		
(= <i>Chalcis intermedia</i>)		Tv
Hym. Ichneumonidae		
<i>Coccygomimus instigator</i> (F.)		
(= <i>Pimpla instigator</i>)		Ot, Ec, On
<i>Coccygomimus moraguesi</i> (Schmiedecknecht)		
(= <i>Pimpla turionellae moraguesi</i>)		Ot
HYPERPARASITOÏDES		
Hym. Chalcididae		
<i>Brachymeria secundaria</i> (Ruschka)		Cm, Mp
Hym. Pteromalidae		
<i>Dibrachys cavus</i> (Walker) (= <i>boucheanus</i> Ratzeburg)		Cm, Mp, Cc
<i>Habrocytus poecilopus</i> (Crawford)		
(= <i>Hypopteromalus poecilopus</i>)		Cm, Mp

Hym. Encyrtidae		
<i>Ooencyrtus kuvanae</i> (Howard) (= <i>Schedius kuvanae</i>)		Cm, Mp
Hym. Ichneumonidae		
<i>Gelis areator</i> (Panzer) (= <i>Hemiteles areator</i>)		Cm, Mp, Cc
PREDATEURS DES CHENILLES ET DES CHRYSALIDES		
Col. Carabidae		
<i>Calosoma sycophanta</i> (L.)	1/a	Cn, Ot
<i>Scarites occidentalis</i> (Bedel)	a	
Col. Tenebrionidae		
<i>Akis tingitana</i> Lucas	a	
Hym. Formicidae		
<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)	a	Ot, Ec, Tv, Cm, Mp, A
<i>Aphaenogaster senilis disjuncta</i> Santschi	a	
Orth. Phasgonuridae		
<i>Pycnogaster finoti</i> Bolivar	1/a	
Arachn. Aranaeidae		
<i>Epeira</i> sp.	1/a	

LES CONSOMMATEURS XYLOPHAGES

A côté des feuilles qui sont produites chaque année et alimentent, parmi les animaux, de nombreux Arthropodes, Annélides, Mammifères, etc., tant au niveau de la frondaison que de la litière, le chêne-liège est constitué de matériaux ligneux (bois) et subéreux (liège) qui servent de nourriture à une grande variété d'insectes xylophages. Certains, capables d'attaquer l'arbre sur pied encore vivant, sont dits primaires ; inféodés à l'arbre souffrant, on les qualifie de secondaires. Dans le cas de *Quercus suber*, il existe 3 insectes «quasi-primaires». Ce sont le grand capricorne, *Cerambyx cerdo*, le platype, *Platypus cylindrus*, et le gâte-bois, *Cossus cossus*, qui attaquent des arbres sains et en pleine vigueur, tout au moins en apparence. Les insectes xylophages du chêne-liège sont recensés dans le tableau III.

Tableau III

Insectes xylophages du chêne-liège en Mamora (Maroc)

Statut : X1 = xylophage primaire, X2 = xylophage secondaire, X3 = saproxylophage (CHADIGAN *et al.*, 1991)

Espèces	Statut
COLEOPTERES	
Cerambycidae	
<i>Macrotoma scutellaris</i> Germar	X2
<i>Leptura tangeriana maroccana</i> Heyden	X2
<i>Stromatium fulvum</i> (Villers)	X2
<i>Cerambyx cerdo mirbecki</i> Lucas	X1
<i>Xylotrechus antilope</i> (Schönherr)	X2
<i>Purpuricenus sexmaculatus</i> Pic (= <i>Calchaenestes sexmaculatus</i>)	X2
Scolytidae	
<i>Xyleborus monographus</i> (F.) (= <i>Tomicus monographus</i> Ratzeburg)	X1/X2
<i>X. saxeseni</i> (Ratzeburg)	X2

Platypodidae	
<i>Platypus cylindrus</i> (F.) (= <i>cylindriciformis</i> Reitter)	X1
Curculionidae	
<i>Phloeophagus (Rhyncolus) gracilis</i> Rosen.	X3
Bostrychidae	
<i>Lichenophanes numida</i> Lesne	X2
Buprestidae	
<i>Acmaeodera adspersula</i> (Illiger)	X2
<i>Chrysobothris affinis heliophilus</i> Abeille	X1/X2
<i>Nalanda villersi</i> (Saunders) (= <i>aeneicollis</i> Villers, = <i>fulgidicollis</i> Lucas)	X2
<i>Agrilus angustulus bicoloratus</i> Abeille	X2
<i>Agrilus disparicornis mamorensis</i> Théry	X2
<i>Agrilus hastulifer</i> Ratzeburg	X2
Anobiidae	
<i>Oligomerus</i> sp.	X2
Lyctidae	
<i>Lyctus linearis</i> Goeze (= <i>canaliculatus</i> F.)	X2
<i>Lyctus</i> sp.	X2
Tenebrionidae	
<i>Tenebrio obscurus</i> (F.)	X3
Alleculidae	
larves indéterminées	X3
Oedemeridae	
<i>Asclera xanthoderes</i> Mulsant	X3
Lucanidae	
<i>Dorcus parallelipedus</i> (L.)	X2
Scarabaeidae	
<i>Oryctes nasicornis grypus</i> (Illiger)	X3
<i>Potosia opaca</i> (F.) (= <i>Cetonia cardui</i> (Gyllenhal))	X3
<i>Trichius rosaeus</i> (Voet) (= <i>T. zonatus gallicus</i> Heer)	X3
ISOPTERES	
Calotermitidae	
<i>Calotermes flavicollis</i> (F.)	X2/X3
LEPIDOPTERES	
Cossidae	
<i>Cossus cossus</i> (L.) (= <i>Trypanus cossus</i> , = <i>Cossus ligniperda</i> L.)	X1
<i>Zeuzera pyrina</i> (L.)	X2

Les plus gros des xylophages sont la larve de *C. cerdo* et la chenille de *C. cossus*, dont les galeries sont ensuite une voie d'attaques ultérieures par d'autres espèces nuisibles à l'arbre. Parmi les xylophages de plus petite taille, on peut

citer les platypes, particulièrement abondants et, plus rares, les scolytes, bostryches et buprestes. *C. cerdo* et *P. cylindrus* constituent une menace sérieuse pour la subéraie, d'autant qu'on ne dispose d'aucun moyen de lutte curative contre ces espèces.

Les insectes qui creusent le liège (tableau IV) ont des rapports divers avec ce matériau. La fourmi du liège *C. scutellaris* y creuse son nid, amenant une dépréciation considérable du liège «fourmillié».

Tableau IV

Les principales espèces excavant le liège en Mamora (Maroc)

* présent temporairement, pour la nymphose ou l'hibernation ; SM : sapro-mycétophage ; Z : zoophage ; P : polyphage. (VILLEMANT *et al.*, 1991)

Espèces	Stade	Régime
LEPIDOPTERES		
Tineidae		
<i>Niditinea fuscipunctella</i> (Haworth)	l	SM
<i>Opogona sacchari</i> (Bojer) (= <i>Hieroxestis subcervinella</i> Walker)	l	SM
COLEOPTERES		
Melyridae		
<i>Dasytes terminalis</i> (Du Val)	l	Z
Cleridae		
<i>Opilo domesticus</i> (Sturm)	l	Z
Dermestidae		
<i>Dermestes lardarius</i> (L.)	n	*
Trogossitidae		
<i>Temnochila coerulea</i> Olivier	l/a	Z
<i>Tenebroides maroccanus</i> Reitter	l/a	Z
Curculionidae		
<i>Brachyderes pubescens</i> Boheman	a	*
HYMENOPTERES		
Formicidae		
<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)	a	P
<i>Leptothorax angustulus</i> (Nylander)	a	P
<i>Colobopsis truncatus</i> (Spinola) (= <i>Camponotus truncatus</i>)	a	P

Les galeries des insectes xylophages sont aussi des voies d'accès pour d'autres organismes xylophages, comme le champignon *Hypoxylon mediterraneum*, ainsi que pour d'autres espèces non directement xylophages et qui exploitent la vermoulure, des excréments, le mycélium de champignons. Les débris divers produits par l'action des xylophages (vermoulure proprement dite, excréments, mues, fils de soie mélangés), souvent appelés frass, s'accumulent au pied de l'arbre, entre écorce décollée et bois et, plus durablement, dans les cavités du tronc et des grosses branches. S'y développent les larves des Coléoptères saproxylophages cités dans le tableau III et des arthropodes sapro-mycétophages comme le polyxène *Macroxenus rubro-*

marginatus, divers micro-coléoptères (Lathridiidae, Endomychidae, Ptiliidae, etc.) et les larves du Stratiomyidae *Pachygaster maura*. Dans les galeries, vivent diverses espèces exploitant les champignons ectosymbiotiques («Ambrosia») associés aux scolytes et au platype ; d'autres vivent aux dépens de la faune : prédateurs, nécrophages, saprophages (tableau V).

Tableau V

Faune des galeries de xylophages du chêne-liège en Mamora (Maroc)

SM : sapro-mycétophages ; SP : saprophytophages ; Z : zoophages ; SZ : saprozoophages ; a : adulte ; l : larve ; t : tous les stades. (VILLEMANT *et al.*, 1991)

Espèces	Stade	Régime
ACARIENS		
Uropodidae		
<i>Ascidae</i>	t	SM
Parasitidae		
DIPLOPODES		
Polyxenidae		
<i>Macroxenus rubromarginatus</i> (Lucas)	t	SM
COLEOPTERES		
Histeridae		
<i>Platysoma oblongum aubei</i> (Marseul)	l/a	Z
Tenebrionidae		
<i>Palorus sp.</i>	l/a	Z/SM
<i>Corticeus pini</i> Panzer (= <i>Hypophloeus pini</i>)	l/a	Z/SM
<i>Corticeus sp.</i>	l/a	Z/SM
Cleridae		
<i>Opilo domesticus</i> (Sturm)	l	Z
Elateridae		
<i>Adelocera punctata</i> (Herbst) (= <i>Lacon punctatus</i>)	l	Z/SZ/SP
Colydiidae		
<i>Colydium elongatum</i> F.	l/a	Z
<i>Endophloeus markovitchianus</i> (Piller)	l	Z
<i>Colobicus hirtus</i> (Rossi) (= <i>marginatus</i> Latreille)	l	Z/SZ
Trogossitidae		
<i>Temnochila coerulea</i> Olivier	l/a	Z
<i>Tenebroides maroccanus</i> Reitter	l/a	Z
Stratiomyidae		
<i>Pachygaster maura</i> Lindner	l	SM

Les galeries hébergent en outre des animaux qui y trouvent des conditions d'abri adéquates mais qui n'ont aucune relation trophique avec les organismes xylophages. Il en est ainsi, dans les vastes galeries de *C. cerdo*, de *P. dispar* qui y pond et de l'Araignée *Segestria florentina* (Rossi) qui y installe sa toile. Dans les galeries plus étroites nichent par exemple des mégachiles (abeilles solitaires).

DISCUSSION

Le présent article recense une centaine de consommateurs directs de *Q. suber*. Plus de 700 espèces animales sont connues (VILLEMANT et FRAVAL ed., 1991) qui dépendent entièrement ou en partie de l'arbre (sur pied, mort, litière, glands, etc.) pour leur nourriture ou pour un abri (*s. l.*). La biologie et la répartition spatio-temporelle de certains sont bien connues : c'est le cas des insectes déprédateurs, notamment le Bombyx disparate (FRAVAL ed., 1989), et des principaux insectes xylophages (CHADIGAN *et al.*, 1991). La faune frondicole a fait l'objet des observations de MAHARI (1992) tandis que BENHALIMA recensait les Araignées, de la litière essentiellement (BENHALIMA *et al.*, 1991 ; BENHALIMA, 1992). Par ailleurs, les oiseaux, les reptiles, les amphibiens et les mammifères sauvages de la subéraie ont été relativement bien observés (THEVENOT, 1991 ; BONS et THEVENOT, 1991) ; les animaux de rente et le gibier ont, quant à eux, été étudiés dans le cadre d'enquêtes agro-sylvo-pastorales (CHLYEH *et al.*, 1990 ; CLAVERIE et WADSACK, 1991 ; FRAVAL et LOMRI, 1991).

En dépit de certaines lacunes (la faune hypogée est pratiquement inconnue), les données disponibles constituent un ensemble unique pour l'Afrique du Nord et qu'on ne peut comparer qu'au recensement que FAVARD (1962) a consacré au chêne vert dans le sud de la France. Les quelques études de l'entomofaune effectuées en dehors du Maroc sont restées limitées à une partie de l'arbre et/ou à un groupe de consommateurs. Citons pour la France : BIGOT et KABAKIBI (1987), BIGOT *et al.* (1988), pour l'Italie : MARTELLI et ARRU (1986), CASEVITZ-WEULERSSE (1981), LUCIANO et PROTA (1982), pour l'Espagne : MONTOYA OLIVER (1980), M.A.P.A. (1981), pour le Portugal : BAETA NEVES (1948) et AZEVEDO E SILVA (1962).

Il n'est pas possible, à partir de cette littérature, d'effectuer des comparaisons précises. La plupart des ravageurs notables se rencontrent dans tous les pays. Dans l'ensemble de son aire de répartition naturelle, le chêne-liège héberge une faune homogène. On peut souligner cependant quelques changements intervenus ces dernières décennies. Au nord (France), *Cerambyx cerdo*, devenu rare, est aujourd'hui une espèce protégée. Au sud (Maroc), *Platypus cylindrus*, *Tortrix viridana* et *Periclista andrei*, jusque là extrêmement rares, se sont manifestés à la fin des années 80, tandis que *Zeuzera pyrina*, *Biston strataria* et *Phalera bucephalina*, qui ont inquiété jadis les forestiers, sont absents ou rares (VILLEMANT, 1989c; VILLEMANT et FRAVAL, 1991). Chez les consommateurs secondaires (connus

uniquement pour les principaux ravageurs), des différences importantes sont apparues. Ainsi *Porthetria dispar* possède des cortèges d'antagonistes assez dissemblables d'une région géographique à l'autre. Au Maroc, la guilda des prédateurs des pontes de ce défoliateur est remarquablement active et s'est enrichie récemment de plusieurs composantes (*Anthrenus spp.*, *Dermestes lardarius*, *Dasytes terminalis*, *Aglossa caprealis* et *Opilo domesticus*) (VILLEMANT, 1993, VILLEMANT et MENIER, 1993), tandis que le seul parasite des oeufs est importé (DE LEPINEY, 1930) et qu'aucune virose ni nosémose ne s'observent.

Plusieurs hypothèses ont été avancées : d'une part, *P. dispar* aurait été introduit au Maroc à une époque historique, d'autre part, la subéraie connaît des conditions particulières de climat et de pression humaine, ces derniers facteurs jouant pour l'ensemble de la faune associée à *Q. suber*.

Sécheresse et anthropisation concourent à modifier profondément la subéraie : la faune en est affectée directement et indirectement par le biais de changements dans la phénologie, la physiologie et la répartition des chênes-lièges - comme cela a été montré pour *P. dispar* (FRAVAL, 1986) qui profite de l'affaiblissement des arbres, tout comme les ravageurs xylophages.

L'examen de la faune d'une forêt comme de tout milieu «naturel» révèle la structure et le fonctionnement des synusies qui composent la biocénose (LAMOTTE *et al.*, 1991) ; elle met aussi en évidence les influences de phénomènes naturels (conditions climatiques) comme celles d'actions dont l'homme (forestier, apiculteur, pasteur, charbonnier, riverain, etc.) est responsable et qu'il peut - en principe - réformer. Ce qui est urgent, car beaucoup de subérais vieillissent sans aucun renouvellement.

BIBLIOGRAPHIE

- AZEVEDO E SILVA F., 1962. Pragas do sobreiro em Portugal. *Bol. Junta nac. Cortiça*, 265, 3 pp.
- BAETA-NEVES C.M., 1948. Contribuição para o conhecimento da entomofauna do sobreiro. *Bol. Junta nac. Cortiça*, 10 (117), 444-447.
- BARBOSA P., KRISCHIK V.A., 1987. Influence of alkaloids on feeding preferences of eastern deciduous forest trees by the Gypsy moth *Lymantria dispar*. *Am. Nat.*, 130(1), 53-69.
- BENHALIMA S., 1992. *Ecologie des Araignées des subérais de Maamora, de Larache et*

- d'Oulmès (Maroc). Th. 3e cycle, université Mohamed V, fac. Sci. Rabat, 163 pp.
- BENHALIMA S., VILLEMANT C., BOUNFOUR M., MINT JIDDOU A., 1991. Faune de la litière. In C. VILLEMANT et A. FRAVAL : *La faune du Chêne-liège*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 157-196.
- BIGOT L., KABAKIBI M., 1987. Evolution spatio-temporelle de la composition et de la structure du peuplement frondicole sur Chêne-liège dans le massif des Maures (Var). *Bull. Ecol.*, 18(3), 157-168.
- CASEVITZ-WEULERSSE J., 1981. Aspects de la faune du Chêne-liège (*Quercus suber* L.) lors d'une pullulation de *Lymantria dispar* L. (*Lep. Lymantriidae*) et de *Malacosoma neustria* L. (*Lep. Lasiocampidae*) en Sardaigne. *Bull. Ecol.*, 12(4), 355-364.
- CHADIGAN M., FRAVAL A., RAMZI H., VILLEMANT C., 1991. Insectes xylophages. In C. VILLEMANT et A. FRAVAL : *La faune du Chêne-liège*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 129-156.
- CHLYEH GH., FRAVAL A., NADORI J., VILLEMANT C., 1990. A la découverte de la forêt de la Mamora. Coll. Doc. sci. techn. (Guides) (n°3), Actes Editions, Rabat, 137 pp. + ill.
- CLAVERIE J.L., WADSACK J.A., 1991. Sanglier, un exemple de terrain. *Connaissance de la Chasse*, 42-47.
- DE LEPINEY J., 1930. Contribution à l'étude du complexe biologique de *Lymantria dispar* L. *Mém. Soc. Sci. nat. Maroc*, 23, 66 pp.
- DUMERLE P., 1981. Variabilité génétique et adaptation à l'hôte chez *Tortrix viridana* L. (*Lép. Tortricidae*). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 292 (3), 519-522.
- DUMERLE P., 1983. Phénologies comparées du chêne pubescent, du chêne vert et de *Tortrix viridana* L. (*Lép., Tortricidae*). Mise en évidence chez l'insecte de deux populations sympatriques adaptées chacune à l'un des chênes. *Acta oecol., Oecol. applic.*, 4 (1), 55-74.
- DUMERLE P., MAZET R., 1990. Dynamique intracyclique d'une population méditerranéenne de tordeuse verte du chêne, *Tortrix viridana* (Lepidoptera : Tortricidae). *Ecol. medit.*, 16, 73-91.
- FAETH S.H., MOPPER S., SIMBERLOFF D., 1981. Abundances and diversity of leaf-mining insects on three oak host species : effects of host-plant phenology and nitrogen content of leaves. *Oikos*, 37, 238-251.
- FAVARD P., 1962. Contribution à l'étude de la faune entomologique du Chêne vert en Provence. Thèse Doct. Fac. Sci. Aix-Marseille, 138 pp.
- FEENY P., 1976. Plant apparency and chemical defense. *Res. Adv. Phytochem.*, 10, 1-40.
- FRAVAL A., 1984. Influence de la qualité et de la quantité de l'alimentation sur les fluctuations des populations de *Lymantria dispar* (L.) (*Lep. Lymantriidae*) en forêt de la Mamora (Maroc). *Agronomie*, 4 (9), 819-828.
- FRAVAL A., 1986. La régulation des populations de *Lymantria dispar* (L.) (*Lép. Lymantriidae*) en subéraie marocaine atlantique: effets du climat, des entomophages et des facteurs anthropiques. *Z. angew. Entomol.*, 102 (1), 38-52.
- FRAVAL A., 1989. Dynamique des populations. In A. FRAVAL : *Lymantria dispar*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 53-72.
- FRAVAL A. (ed.), 1989. *Lymantria dispar*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 220 pp. + ill.
- FRAVAL A., 1991. Contribution à la connaissance des rythmes de floraison du chêne-liège en forêt de la Mamora. *Ann. Rech. for. Maroc*, 25, 102-118.
- LAMOTTE M., VILLEMANT C., FRAVAL A., 1991. La zoocénose de *Quercus suber*. In C. VILLEMANT et A. FRAVAL : *La faune du Chêne-liège*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 253-296.
- LUCIANO P., DELRIO G., PROTA R., 1982. I defoliatori delle foreste a *Quercus suber* L. *Studi Sass. sez.*, 3, *Ann. Fac. Agr. Univ. Sassari*, 29, 321-365.
- MAHARI S., 1992. Etude synécologique des niveaux de peuplement arthropodiens de l'écosystème chêne-liège dans les subéraies de la Mamora et de Ben Slimane (Maroc). Th. fac. Sci. Techn. St-Jérôme, Aix-Marseille, 295 pp.

- M.A.P.A., 1981. *Plagas de insectos en las masas forestales Espanolas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion (Madrid), 252 pp.
- MARTELLI M., ARRU G.M., 1956. Ricerche preliminari sull'entomofauna della quercia da sughero («*Quercus suber*» L.) in Sardegna. *Boll. Zool. Agr. Bachic. S.*, 22, 5-49.
- MENIER J.J., VILLEMANT C., 1993. Description et biologie de *Anthrenus (Peacockia* n. sgen.) *vladimiri* n. sp. prédateur des pontes de *Porthetria dispar* (L.) au Maroc [Coleoptera, Dermestidae ; Lepidoptera Lymantriidae]. *Revue fr. Entomol.*, (N.S.), 15 (2), 61-66.
- MONTOYA OLIVER J.M., 1980. *Los Acornocales (Quercus suber L.)*. Inst. nac. Investigaciones Agr., Publ. Extension Agr., Madrid, 155 pp.
- VILLEMANT C., 1989a. Ennemis naturels et introduits des oeufs et des pontes. In A. FRAVAL : *Lymantria dispar*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 93-124.
- VILLEMANT C., 1989b. Ennemis des chenilles et chrysalides. In A. FRAVAL : *Lymantria dispar*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 125-143.
- VILLEMANT C., 1989c. Compétiteurs. In A. FRAVAL : *Lymantria dispar*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 145-160.
- VILLEMANT C., 1993. *Les prédateurs-démanteleurs des pontes de Porthetria dispar (L.) (Lép. Lymantriidae) dans les subéraies marocaines*. Thèse, univ. Orléans. Vol. 1, 267 pp., Vol. 2 (annexes) 91 pp.
- VILLEMANT C., BOUNFOUR M., BENHALIMA S., OULD BOURAYA I.N., 1991. Faune du liège et des crevasses. In C. VILLEMANT et A. FRAVAL : *La faune du Chêne-liège*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 69-128.
- VILLEMANT C., FRAVAL A., 1991. Insectes et Acariens phyllophages du Chêne-liège. In C. VILLEMANT et A. FRAVAL : *La faune du Chêne-liège*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 27-68.
- VILLEMANT C., FRAVAL A. (ed.), 1991. *La faune du Chêne-liège*. Coll. Doc. sci. techn., Actes Editions, Rabat, 336 pp.
-

Reconstitution de la végétation à la suite de mesures de protection des sols en terrains montagneux de Tunisie centrale

Recover of vegetation after soil conservation measures in mountain areas of central Tunisia

Ingrid WESSTROM* et Eliel STEEN**

RESUME

Cinq sites, semblables du point de vue de la nature du sol, de la pente et de l'exposition, situés dans des zones ayant ou non fait l'objet de protection des sols, ont été retenus dans la chaîne montagneuse de Djebel Kbar en Tunisie Centrale, (Gouvernorat de Sidi Bouzid). Les zones choisies diffèrent par l'ancienneté (de 5 à 35 ans) des mesures de protection des sols qui y ont été appliquées, par la présence ou l'absence d'ouvrages techniques (gradins, banquettes, seuils), la présence ou l'absence de plantations (*Pinus halepensis* Mill.) et de l'interdiction du pâturage.

Dans 9 petites parcelles, situées dans chaque site, nous avons identifié toutes les plantes vasculaires et dénombré les individus de chaque espèce. La biomasse moyenne d'environ 25 espèces a été mesurée. Dans des parcelles plus grandes (10 m x 10 m), nous avons évalué le degré de couverture de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). La reconstitution, au cours du temps, du couvert végétal est caractérisée par l'apparition d'espèces représentatives des quatre stades successifs de la dynamique.

Environ 50 espèces ont été identifiées dans des petites parcelles. Le nombre d'individus par parcelle était d'environ 60. Ce nombre était bien supérieur (environ 140 individus/m²) dans les parcelles récemment traitées et protégées et était de fait marqué par un pourcentage plus élevé d'annuelles (50-70 % contre 20-40 % dans les parcelles plus anciennement traitées). La biomasse moyenne par individu était de 6,3 g avec une amplitude de variation de 0,15 à 28 g. Une dizaine d'espèces représentait les 80 % de la biomasse totale qui, était en moyenne de 250 g/m². Dans les zones les plus anciennement protégées, contre le pâturage et la fauche, l'alfa (*Stipa tenacissima*) avait un degré de couverture bien supérieur à celui noté dans les zones les plus récemment protégées soit respectivement 30 % et 5-10 %. De ce fait, les graminées et les herbes situées dans la strate la plus basse étaient étouffées, de sorte que leur biomasse était inférieure à celle notée dans les zones plus jeunes.

Une comparaison des cinq zones, ordonnées d'après la date de mise en place des ouvrages techniques et de l'interdiction de pâturer, montrait une succession très nette, allant d'une végétation influencée par l'homme et fortement surpâturée, avec une forte proportion d'annuelles, jusqu'à une végétation buissonnante, en passant d'abord par une végétation dominée par les graminées et les herbacées pérennes et les broussailles, puis par l'alfa. La protection contre le pâturage a plus d'effet sur ce développement que les autres mesures d'ordre technique.

MOTS-CLES : végétation, succession, biomasse, couvert, fréquence, annuelles, pérennes, alfa, arbustes, arbres, parcours, surpâturage, plantation, protection

SUMMARY

Sampling sites with a similar soil type, slope and degree of exposure, within areas were selected along the mountain ridge Djebel Kbar in central Tunisia, governorate Sidi Bouzid. Five of the sites had been subjected to various types of soil conservation treatments (e.g. construction of long banks, terraces and pits ; grazing protection, pine plantation establishment) between 5 and 35 years earlier, and another five sites had not been conserved except grazing protection for the same time periode, i.e. from 5 to 35 years.

All species of vascular plants were identified, and the number of individuals of each species was counted in each of 9 plots (1 m²) at each sampling site (5 soil conservation areas and four control areas). Biomass of the 25 most frequent species was estimated. Ground cover in % of alfa grass (*Stipa tenacissima*) was estimated in large plots (10 m x 10 m). The recovery of the plant cover over time was described in terms of character species representing four important stages of succession.

* Département des Sciences des Sols
Université Suédoise des Sciences de l'Agriculture
P.O. Box 7014, S 750 07 Uppsala, Suède
Fax 46 18 67 27 95

** Département d'Ecologie et de Protection de l'Environnement
Université Suédoise des Sciences de l'Agriculture
P.O. Box 7072, S 750 07 Uppsala, Suède
Fax 46 18 67 34 30

About 50 species were identified in the small plots. About 60 plant individuals were present in each small plot. However, plants were much more abundant in the more recently treated areas (about 140) owing to the high frequency of annuals (50-70 % vs 20-40 % in the older ones). The mean biomass per plant was 6,3 g and the range was 0,2-28 g. Approximately 10 species accounted for 80 % of the total biomass, which was 250 g/m². The percent of the ground covered with the alfa grass was considerably higher in the older areas (30 %) than in the more recently established area (5 - 10 %). Consequently herbs and grasses were less abundant in the older areas.

As the sampling areas increased in age as concerns conservation and protection, plant succession resulted in gradual shift from ruderal, overgrazed vegetation with a high proportion of annuals over to a dwarf shrub - and herb - dominated vegetation type, toward a stage dominated by shrub vegetation. Apparently, these changes were more the result of grazing protection than of the technical conservation measures.

KEYWORDS : vegetation, succession, biomass, ground cover, frequency, annuals, perennials, alfa grass, shrubs, trees, pastureland, overgrazing, plantation, protection

INTRODUCTION

Dans les conditions d'aridité de la région de Sidi Bouzid, le couvert végétal, à croissance très lente, est très sensible aux influences mécaniques telles que le pâturage ou la coupe des arbres et arbustes. La réduction du couvert végétal laisse les couches de terre meuble, sans protection, exposées au vent et à l'eau. L'érosion d'origine atmosphérique devient effective dans les montagnes où le sol souvent friable et peu épais disparaît très vite. La végétation subit des changements, dans sa physionomie et son couvert. Il y a de même modification de la flore et l'on parle souvent de différents stades de dégradation, depuis le stade des arbres et arbustes jusqu'à celui des annuelles en passant successivement par les broussailles et l'alfa, ainsi que les graminées et les herbacées pérennes. Trop gravement détérioré, le couvert végétal ne peut plus être restauré et il faut alors créer un nouveau couvert adapté aux nouvelles conditions de milieux.

Les méthodes utilisables pour la reconstitution d'un nouveau couvert végétal sont : les différents ouvrages techniques, la plantation d'arbre et d'arbustes, le semis d'espèces herbacées et de graminées, l'interdiction de laisser pâturer et de couper les arbres. Les ouvrages techniques contribuent à restaurer le couvert végétal en réduisant la force d'écoulement des eaux de pluie. Leur but principal est de rassembler les eaux de pluie et de réduire l'écoulement superficiel en favorisant l'infiltration et la percolation. De cette manière, la réserve en eau des sols augmente, ce qui donne aux végétaux une chance supplémentaire de se développer et de constituer un couvert plus compact et durable.

Un tel travail de protection a été conduit depuis longtemps en Tunisie centrale, où ont été menées les études relatées dans cet article. Les travaux de protection des sols se sont succédés depuis trente ans. Les interventions encore importantes aujourd'hui sont menées, avec notam-

ment le soutien d'organismes internationaux et de certains pays comme la Suède. Il est donc possible d'identifier des zones protégées plus ou moins anciennement (5 à 35 ans), ce qui peut justifier que soit entreprise une étude comparative de l'état actuel du couvert végétal, tant au niveau la végétation naturelle que des plantations.

MATERIEL D'ETUDE ET METHODES

Zones d'investigation

Un projet tuniso-suédois, de protection des sols, implanté dans le gouvernorat de Sidi Bouzid, offrait des zones d'investigation appropriées dans la chaîne montagneuse de Djebel Kbar. Cinq sites y ont été repérés qui avaient fait l'objet de mesures de protection des sols à des périodes différentes. Il a de plus également été possible de trouver, à proximité, des zones témoins n'ayant fait l'objet d'aucune intervention. Le choix des sites a été effectué en particulier avec le concours des photographies aériennes des missions de 1948, 1963 et 1977.

Le Djebel Kbar est une chaîne montagneuse d'environ 30 km de long, s'élevant à 600 m au-dessus de la plaine de Gamouda au nord et de la plaine d'Hichria au sud. Le substrat est essentiellement constitué des formations du Méso-crétacé (SOLIGNAC, 1931 ; DEGALLIER et DELGA, 1938 ; LONG, 1954) avec surtout des calcaires et des sables mais aussi des dolomites et des marnes. Le pH est basique (7,5 - 8,5). Le sol est pauvre en phosphore avec cependant une teneur en azote et en matière organique souvent importante dans les couches meubles, et souvent très faible dans les couches friables et les matériaux plus grossiers issus de la roche. La pluviométrie moyenne annuelle atteint environ 300 mm en montagne et environ 200 mm en plaine (GAUSSEN et VERNET, 1950).

L'association à *Juniperus phoenicea* L., *Rosmarinus officinalis* L. et *Artemisia campestris* L. (LONG, 1951 et 1954) est considérée comme étant le stade pseudo-climacique de la végétation naturelle.

La végétation est fortement influencée par le pâturage et la coupe des arbres et des arbustes. Il ne reste de la forêt que quelques parcelles plantées avec soit *Pinus halepensis*, *Eucalyptus* spp. ou *Acacia* spp. La région fait l'objet de nombreuses études botaniques depuis l'investigation de la végétation effectuée par MAIRE (1925), les études de végétation des pâturages de POTTIER-ALAPETITE (1948), LONG (1954) et LE HOUEROU (1969).

Pinus halepensis, dont on rencontre des individus isolés, est une espèce caractéristique des montagnes du nord de la Tunisie, où les précipitations sont plus élevées. On trouve par ailleurs au Djebel Kbar des exemplaires isolés d'oliviers sauvages, et dans les parties les plus sèches des formations caractéristiques à *Stipa tenacissima* et *Cistus libanotis* L.

Caractéristiques des zones étudiées

La situation des différentes zones étudiées dans le Djebel Kbar, la date de mise en place des mesures de protection ainsi qu'un certain nombre de caractéristiques stationnelles sont rapportées à la figure 1 et au tableau I. Le choix s'est fait de façon à ce que les différentes zones étudiées

(traitées et témoins) offrent des caractéristiques stationnelles (pente, exposition, nature du sol) aussi semblables que possible. En 1987-88, l'érosion était déjà considérée comme forte dans les zones de Bouazis et Jelal (avec et sans ouvrages techniques) ainsi que dans le Djebel Frayo 1 et 2 (sans ouvrage technique), alors que les autres zones ne présentaient à cette période qu'une érosion modérée. Les zones plantées en *Eucalyptus*, ont été évitées, ces arbres ayant une influence particulière sur le reste de la végétation et de la flore. Le pâturage a été interdit après la mise en oeuvre des ouvrages techniques dans toute la partie concernée de la montagne. Nous avons cependant dû y permettre le pâturage, dans quelque cas, lors de grandes sécheresses.

Les ouvrages techniques consistent en fossés creusés (de 5-10 mètres de long, de 1 mètre de large et 50 cm de profondeur), en gradins ainsi qu'en des banquettes (en pierres) de différentes longueurs et d'environ un mètre de haut, suivant, dans les deux cas, les courbes de niveau. Dans les ravins des seuils en pierres avec gabions ont été établis afin de retenir l'eau et les sédiments. Les mesures d'ordre biologique ont consisté, outre l'interdiction de pâturer, en la plantation de *Pinus halepensis* le long des gradins et banquettes et derrière de simples arrangements de terrain du type petits fossés ou talus en terre. Au bas des pentes et dans le piémont ont aussi été plantés des *Acacia cyanophylla* Lindl. [synonyme *A. saligna* (Labill.) H.L. Wendl.], des cactus (*Opuntia*) et diverses espèces d'*Eucalyptus* et d'*Atriplex*.

Tableau I

Nom et caractéristiques stationnelles des zones d'étude. Période de mise en place et durée des mesures de conservation des sols.

Zone	Conservation des sols période	Surface conservée % de la surface totale	Orientation (°)	Pente (%)	Longueur transversale (m)	Altitude (m)	Erosion du sol (lithosol)
Avec ouvrages techniques (a)							
1. Ouled Bouazis (1a)	1986	7	190	30	100	440	forte
2. Ouled Jelal (2a)	1983-84	23	196	31	95	430	forte
3. Bled Dekhla (3a)	1960-65	6	192	27	75	480	modérée
4. Djebel Frayo 1 (4a)	1959-61	30	210	25	59	480	modérée
5. Djebel Frayo 2 (5a)	1953-56	23	196	25	100	480	modérée
Sans ouvrages techniques (b)							
1. Ouled Bouazis (1b)	-	-	200	27	84	446	forte
Ouled Jelal (2b)	-	-	-	-	-	-	-
2. Bled Dekhla (3b)	-	-	192	22	75	480	modérée
3. Djebel Frayo 1 (4b)	-	-	200	27	52	490	forte
4. Djebel Frayo 2 (5b)	-	-	196	27	100	480	forte

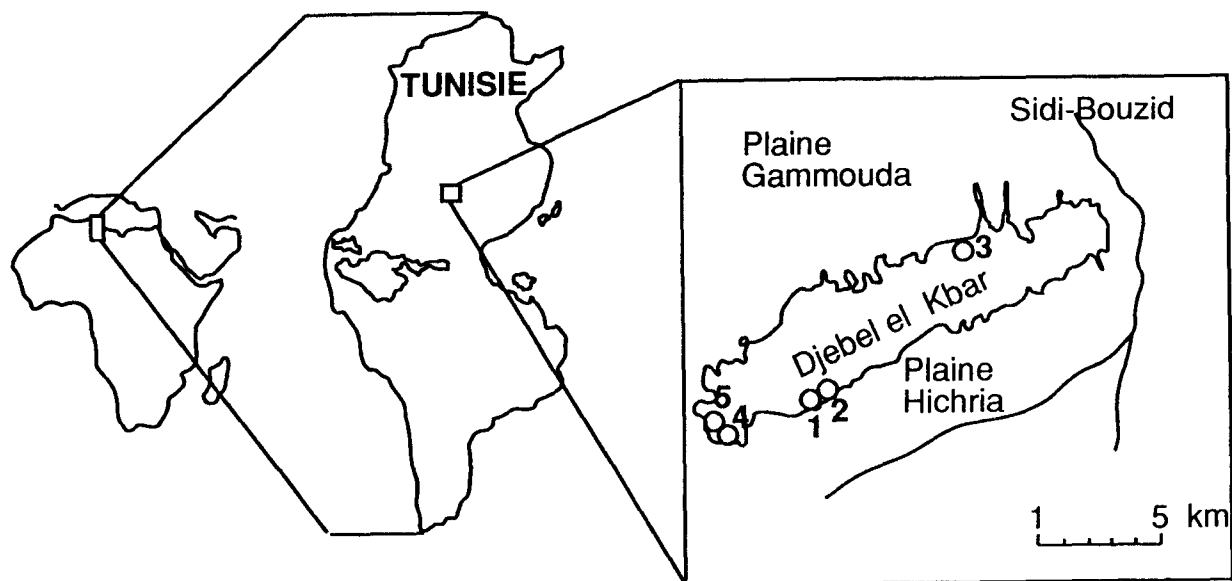


Figure 1.- District de Sidi-Bouزيد avec zones indiquées

1. Ouled Bouazis, 2. Ouled Jelal, 3. Bled Dekhla, 4. Djebel Frayo, 5. Djebel Frayo 2

INVESTIGATIONS

Dans chaque zone d'étude, l'érosion a été appréciée selon quatre degrés : faible, modérée, forte, très forte. Les espèces arbustives et l'alfa ont été étudiés sur une grande parcelle, 10 m x 10 m, située au milieu d'une ligne tracée transversalement, suivant la pente, dans chaque

zone d'essai. Les espèces les plus basses (graminées, herbacées et broussailles) ont été étudiées dans 9 petites parcelles, de 1 m x 1 m, situées le long de la même ligne. Il s'agit de fait de 3 groupes de trois parcelles, un de ces groupes de trois parcelles étant situé en position basse, un autre au milieu et le troisième en position haute (figure 2).

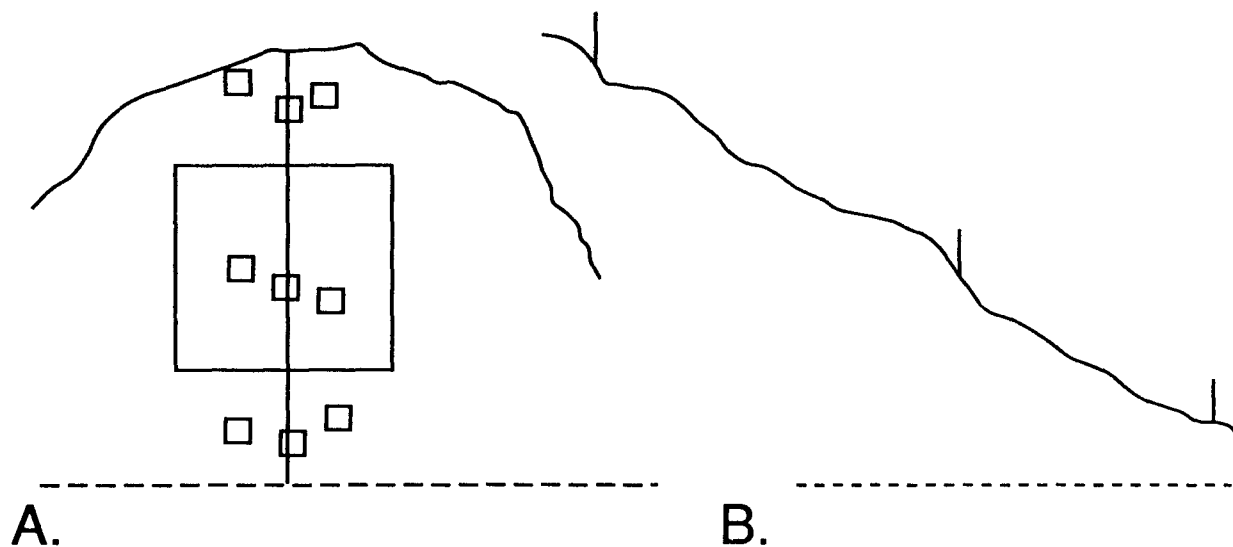


Figure 2.- Emplacement schématique des parcelles d'essai

A. Zone vue de dessus, B. Zone vue de profil

Dans chaque parcelle élémentaire (figure 2), nous avons procédé à la détermination des espèces présentes et au dénombrement des individus de chaque espèce. Les ouvrages de la flore de la Tunisie (CUENOD *et al.*, 1954 ; POTTIER-ALAPETITE, 1979 et 1981) ont servi de références aux combinaisons nomenclaturales retenues dans ce travail et rapportées aux tableaux II, III et IV. Dans les grandes parcelles de 100 m², nous avons déterminé le niveau de couverture des arbustes et de l'alfa. Afin de déterminer la biomasse végétale dans chacune des petites parcelles, nous avons collectés 25 individus de chacune des espèces les plus courantes (c'est-à-dire celles rencontrées sur plus d'1 % des parcelles). Chaque individu ainsi collecté a été séché pendant deux jours à 75°C et puis pesé. Le nombre d'individus par parcelle, multiplié par le poids moyen pour des individus de chaque espèce, nous a permis d'établir la biomasse végétale en g par m².

Le niveau de dégradation d'un couvert végétal et le niveau de reconstitution atteint, suite à des mesures de protection, peuvent s'exprimer d'une part au travers de la biomasse en place (kg/unité de surface) et d'autre part pour la détermination des différents groupements végétaux présents. Afin de mieux évaluer ce deuxième aspect, les espèces rencontrées dans les parcelles ont été classées, en fonction de leur signification par rapport à la dégradation du couvert végétal. Les classements ont été établis sur la base des travaux de LE HOUEROU (1981) qui propose

quatre stades de dégradation, définis à partir d'un climax plus ou moins strict avec *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis* et *Stipa tenacissima*. Ces quatre stades sont :

1. végétation arbustive, surtout à romarin et alfa (*Stipa tenacissima*)
2. steppe alfa
3. broussaille et steppe à herbacées dominée en particulier par *Artemisa* spp.
4. milieu très surpâturé marqué par la présence d'espèces nitratophiles telles que *Peganum harmala* L., et une végétation très influencée par l'homme (abondance de mauvaises herbes).

De plus, les espèces relevées dans les parcelles ont été classées en deux catégories, plantes annuelles et plantes pérennes.

INVESTIGATIONS

La biomasse des individus des 21 espèces les plus importantes quantitativement, varie entre 28 et 0,15 g par individu (tableau II). Six espèces avaient une biomasse par individu supérieure à 10 g, et six espèces une biomasse inférieure à 1 g. Par ailleurs dans ces parcelles, nous avons également relevé des individus isolés de 15 autres espèces. En extension à proximité des parcelles, 13 autres espèces ont été relevées, ce qui porte, en tout, à environ 50 le nombre d'espèces enregistrées dans et à proximité des 81 parcelles.

Tableau II
Biomasse moyenne (g.MS) par individu des espèces les plus importantes quantitativement dans les petites parcelles. Déviation standard et nombre d'échantillons.

	MS moyenne	n
<i>Chrysanthemum macrocarpum</i> Coss. et Kral.	28,0±32,7	17
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	15,0±14,6	25
<i>Atractylis cancellata</i> L.	14,6±16,1	25
<i>Atractylis flava</i> Desf.	12,4±15,6	25
<i>Argyrolobium uniflorum</i> Jaub. et Spach	10,3±6,4	25
<i>Fagonia cretica</i> L.	10,1±2,0	25
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Verl.	7,2±4,3	25
<i>Teucrium sauvagei</i> Le Houérou	6,8±5,7	22
<i>Stipa retorta</i> Cavan.	6,0±2,4	25
<i>Helianthemum</i> sp.	4,5±4,5	20
<i>Enarthrocarpus clavatus</i> Del.	3,6±2,8	25
<i>Onobrychis</i> sp.	3,4±2,8	25
<i>Thymus hirtus</i> Willd.	2,6±9,2	25
<i>Launaea nudicaulis</i> (L.) Hook.	2,0±1,7	19
<i>Diplotaxis harra</i> (Forsk.) Boiss.	1,3±1,0	20
<i>Allium</i> sp.	0,9±0,7	25
<i>Herniaria fontanesii</i> J. Gay	0,8±0,3	25
<i>Scorzonera undulata</i> Vahl	0,7±0,3	25
<i>Asteriscus pygmaeus</i> Coss. et Kral.	0,7±2,1	25
<i>Plantago albicans</i> L.	0,5±0,3	23
<i>Filago gallica</i> L.	0,15±0,13	25
	6,27±5,98	

La fréquence relative des différentes espèces (en % du nombre total d'individus) est aussi une caractéristique importante du couvert végétal dominé par une dizaine d'espèces. Une dizaine d'autres espèces représentent chacune en-

viron 1 % du nombre total d'individus. Les 25 espèces restantes représentent chacune moins d'1 % du nombre total d'individus (tableaux III et IV).

Tableau III

Fréquence relative des espèces les plus importantes (en pourcentage du nombre total d'individus décomptés) décomptées dans les petites parcelles.

Espèces	Parcelles avec ouvrages techniques	Parcelles sans ouvrages techniques
<i>Asteriscus pygmaeus</i> Coss. et Kral.	23	23
<i>Atractylis cancellata</i> L.	11	14
<i>Diplotaxis harra</i> (Forsk.) Boiss.	14	6
<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC.	5	12
<i>Stipa retorta</i> Cavan.	7	4
<i>Chrysanthemum macrocarpum</i> Coss. et Kral.	0	13
<i>Filago gallica</i> L.	5	2
<i>Helianthemum</i> sp.	3	4
<i>Plantago albicans</i> L.	6	0
<i>Scorzonera undulata</i> Vahl	3	2
<i>Atractylis flava</i> Desf.	3	1
<i>Herniaria fontanesii</i> J. Gay	3	2
<i>Anagallis arvensis</i> L.	2	1
<i>Fagonia cretica</i> L.	1	2
<i>Enarthrocarpus clavatus</i> Del.	2	0
<i>Thymus hirtus</i> Willd.	1	0
<i>Aristida pungens</i> Desf.	1	0
	90	89
Autres espèces (< 1 %)	10	11
<i>Anagallis arvensis</i> L.		
<i>Aristida adscensionis</i> L.		
<i>Artemisia herba-alba</i> Asso		
<i>Asparagus</i> sp.		
<i>Asphodelus tenuifolius</i> Cavan.		
<i>Astragalus caprinus</i> L.		
<i>Capparis spinosa</i> var. <i>aegyptiaca</i> (Lamk.) Boiss.		
<i>Echium pycnanthum</i> Pomel		
<i>Festuca</i> sp.		
<i>Globularia alypum</i> subsp. <i>arabica</i> (Jaub. et Spach) Maire		
<i>Koeleria pubescens</i> (Lamk) P. Beauv.		
<i>Linaria aegyptiaca</i> (L.) Dum.-Cours.		
<i>Onobrychis</i> sp.		
<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC.		
<i>Rumex</i> sp.		
<i>Scabiosa atropurpurea</i> subsp. <i>maritima</i> (L.) Fiori et Paoli		
	100	100

Tableau IV

Liste des espèces relevées en extension à l'extérieur des parcelles

<i>Artemisia campestris</i> L.
<i>Arthrophytum schmittianum</i> (Pom.) Maire et Weill.
<i>Astragalus armatus</i> Willd.
<i>Bromus</i> sp.
<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau
<i>Coris monspeliensis</i> L.
<i>Gymnocarpos decander</i> Forssk.
<i>Koelpina linearis</i> Pallas
<i>Peganum harmala</i> L.
<i>Pergularia tomentosa</i> L.
<i>Pituranthos chloranthus</i> (Coss. et Dur.) Benth. et Hook.
<i>Rhus tripartitum</i> (Ucria) DC.
<i>Thymelea hirsuta</i> (L.) Endl.

La biomasse par petite parcelle (1 m x 1 m), en bas, au milieu et au sommet de la ligne d'observation a beaucoup variée, au hasard de la nature des espèces se trouvant dans chaque parcelle (tableau V). Il n'est donc pas possible de trouver de différences certaines entre les parcelles avec et sans ouvrage technique, ou entre les parties inférieures, médianes et supérieures des zones d'essai. Un fait inattendu est que les zones les plus anciennement protégées ont une biomasse végétale inférieure à celle des zones plus récemment protégées. Ceci est probablement lié au développement plus important de l'alfa dans le Djebel Frayo (zones 4 et 5). L'alfa contrarie en effet le développement des autres espèces. Dans les parcelles étudiées la biomasse totale (à l'exclusion de l'alfa) en place atteint en moyenne 250 g par m².

Le nombre d'individus présents dans les 9 parcelles de chaque zone reflète assez bien le rapport entre annuelles et pérennes. Ce nombre d'individus est élevé dans les zones de protection récente, parce qu'il s'y trouve un nombre élevé de plantes annuelles (80 %). Dans les parcelles plus anciennement protégées la part des annuelles décroît, jusqu'à 25 %, alors que celle des pérennes augmente (tableau VI, figure 3).

Tableau V

Biomasse végétale dans les parcelles situées en bas, au milieu et au sommet de la ligne d'observation des différentes zones d'étude (g/m²) (n = nombre de mesures).

Zone (Cf. Tableau I)	Position topographique			moyenne n=9
	Bas de pente n=3	Milieu de pente n=3	Haut de pente n=3	
1a	1277	283	272	611
2a	521	197	317	345
3a	165	30	317	171
4a	105	260	54	140
5a	64	62	56	61
moyenne	426	166	293	265
1b				
2b	598	1252	239	696
3b	85	17	107	70
4b	175		84	130
5b	64	93	97	85
moyenne	231	(341) ¹⁾	132	(235) ¹⁾

¹⁾ Les chiffres concernant la zone 4b n'entrent pas dans le calcul, les résultats de la pesée étant incertains.

Tableau VI

Nombre d'individus dans les parcelles d'essai (au m²) et part relative des annuelles et des pérennes

Zone (cf. Tableau I)	Nombre d'individus au m ²		
	Annuelles		Pérennes
1a	127	75	25
2a	117	40	60
3a	52	55	45
4a	39	19	81
5a	16	32	68
moyenne	70		
1b	148	68	32
2b	32	62	38
3b	58	70	30
4b	23	21	79
moyenne	52		

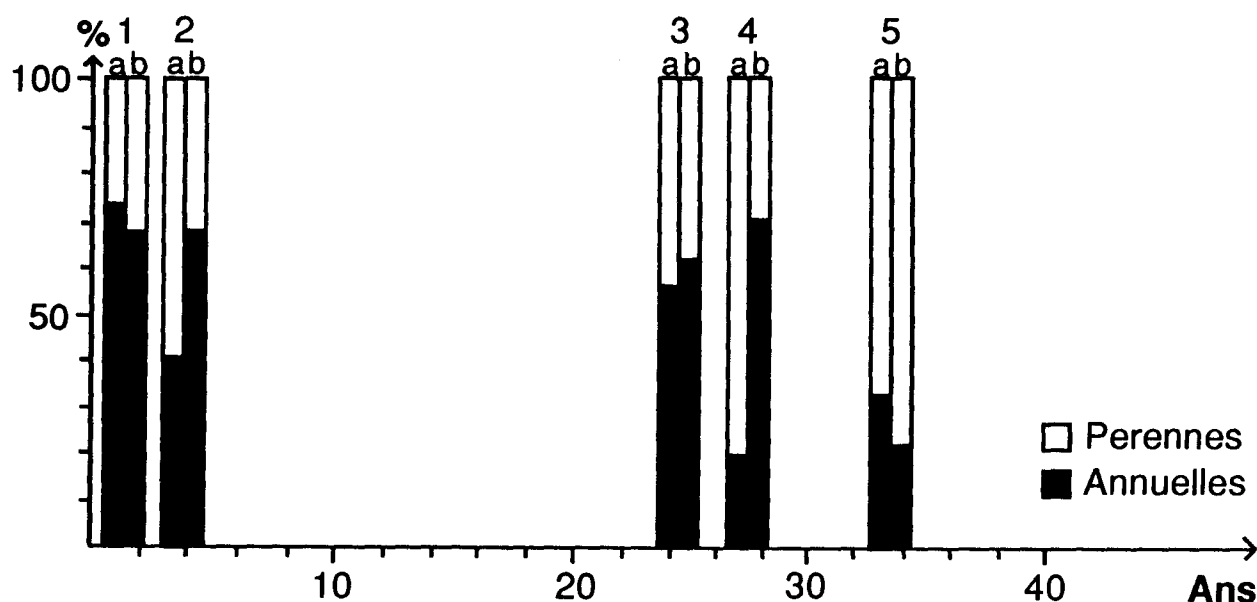


Figure 3.- Evolution dans le temps des pourcentages d'annuelles et de pérennes (en fonction du nombre d'années depuis la mise en place des mesures de conservation des sols).

- 1. Ouled Bouazis
 - 2. Ouled Jelal
 - 3. Bled Dekhla
 - 4. Djebel Frayo 1
 - 5. Djebel Frayo 2
- a = avec ouvrages techniques
b = sans ouvrages techniques

Dans les grandes parcelles (10 m x 10 m) l'alfa domine. Le degré de couverture de cette espèce est une donnée intéressante car il indique l'intensité d'utilisation de la végétation (tableau VII). Le recouvrement de cette espèce atteint environ 5 % dans les parcelles sans ouvrage technique et jusqu'à 10-15 % dans les autres et ce quelques années après la mise en oeuvre des mesures de protection. Le maximum de recouvrement mesuré pour cette espèce est de 30 % au Bled Dekhla, où les mesures de protection datent d'environ 30 ans. Malgré ce il n'a pas été trouvé de différences significatives entre zones avec et sans ouvrages techniques. La longue interdiction du pâturage dans les deux zones semble donc avoir eu autant d'importance pour le développement de l'alfa que les autres mesures d'ordre technique.

Tableau VII

Nombre d'individus et degré de couvert de l'alfa dans les grandes parcelles des différentes zones

Zone et année de mise en place des mesures de conservation	Nombre d'individus par 10 m ²	Degré de couverture en %
1a. Ouvrages techniques 1986	26	11
1b. et 2b sans ouvrage technique	10	5
2a. Ouvrages techniques 1983/84	28	13
3a. Ouvrages techniques 1960/65	93	32
3b. Sans ouvrage technique	110	30
4a. Ouvrages techniques 1959/61	73	20
4b. Sans ouvrage technique	25	7
5a. Ouvrages techniques 1953/56	23	14
5b. Sans ouvrage technique	47	25

Ce qui donne le mieux la mesure de la réinstallation du couvert végétal est la succession inversée des stades de dégradation cités plus haut. Suite aux mesures techniques et à l'interdiction de pâturer, le processus de réinstallation démarre, allant du stade fortement surpâturé, au stade des broussailles et des plantes rases, puis au stade de l'alfa et des arbustes. Cette reconstitution apparaît dans la figure 4, avec cependant des exceptions, entre autre dans la zone 3, du Bled Dekhla. Dans les zones les plus anciennes (4 et 5, Djebel Frayo), les changements sont par contre très nets et on trouve maintenant un nombre important d'arbustes. Le degré de couverture par l'alfa et les chaméphytes (broussailles et plantes rases) a augmenté alors que diminuait la proportion de mauvaises herbes et d'espèces typiques des zones surpâturées.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Il est nécessaire, lors de l'interprétation des résultats, de garder en mémoire que le couvert végétal, est presque toujours faible dans les montagnes de Tunisie centrale, même lorsque la végétation est protégée contre une utilisation intensive. Cette couverture est, de plus, aisément endommagée par le pâturage, la coupe de l'alfa, des arbres et des arbustes. Le retour à un type de végétation initial, avec des arbustes bien développés, de l'alfa, des broussailles, des graminées et des herbes, est toujours très lent.

La comparaison entreprise dans cette étude doit permettre de juger de l'effet, des ouvrages techniques de protection des sols, d'une interdiction de pâturer ou de faire des coupes. Il est cependant regrettable que nous n'ayons pas de témoin pâturé pouvant être directement comparés avec les surfaces non pâturées. Il faut également regretter d'avoir été contraint de laisser pâturer certaines zones lors des grandes sécheresses, alors qu'en principe elles devaient être complètement protégées.

L'étude montre cependant que de nets changements ont eu lieu pendant les 30 à 35 ans qui ont suivi les mesures de protection des sols. Ils sont surtout importants dans les zones les plus anciennes, c'est-à-dire dans le Dekhla et le Frayo. Un fait difficilement explicable est la persistance, au niveau de la végétation des zones anciennement très influencées par l'homme, de plantes nitratophiles. Ceci indique que le pâturage antérieur, aussi bien que le pâturage qui a lieu durant les années sèches dans les zones protégées, ont un effet qui se prolonge dans le temps. Ceci vaut particulièrement pour la zone de Dekhla.

Le recul des annuelles au profit des plantes pérennes, à la suite d'une mise en défens (protection contre le pâturage et la coupe d'alfa et de bois), est aussi très net dans cette étude. Par leur présence, les plantes pérennes donnent une mesure de niveau de reconstitution du couvert végétal après une période de surexploitation.

Le développement de l'alfa est plus difficile à évaluer. En effet dès l'arrêt de la collecte et du pâturage, il faut un temps très long et une totale protection pour que de nouveaux individus puissent se développer.

Les mesures de biomasse ont montré une grande variation entre les différents emplacements de relevé et ce du fait que le couvert végétal initial était très clairsemé, les différentes espèces se trouvaient donc disposées au hasard, de manière hétérogène et que la biomasse des

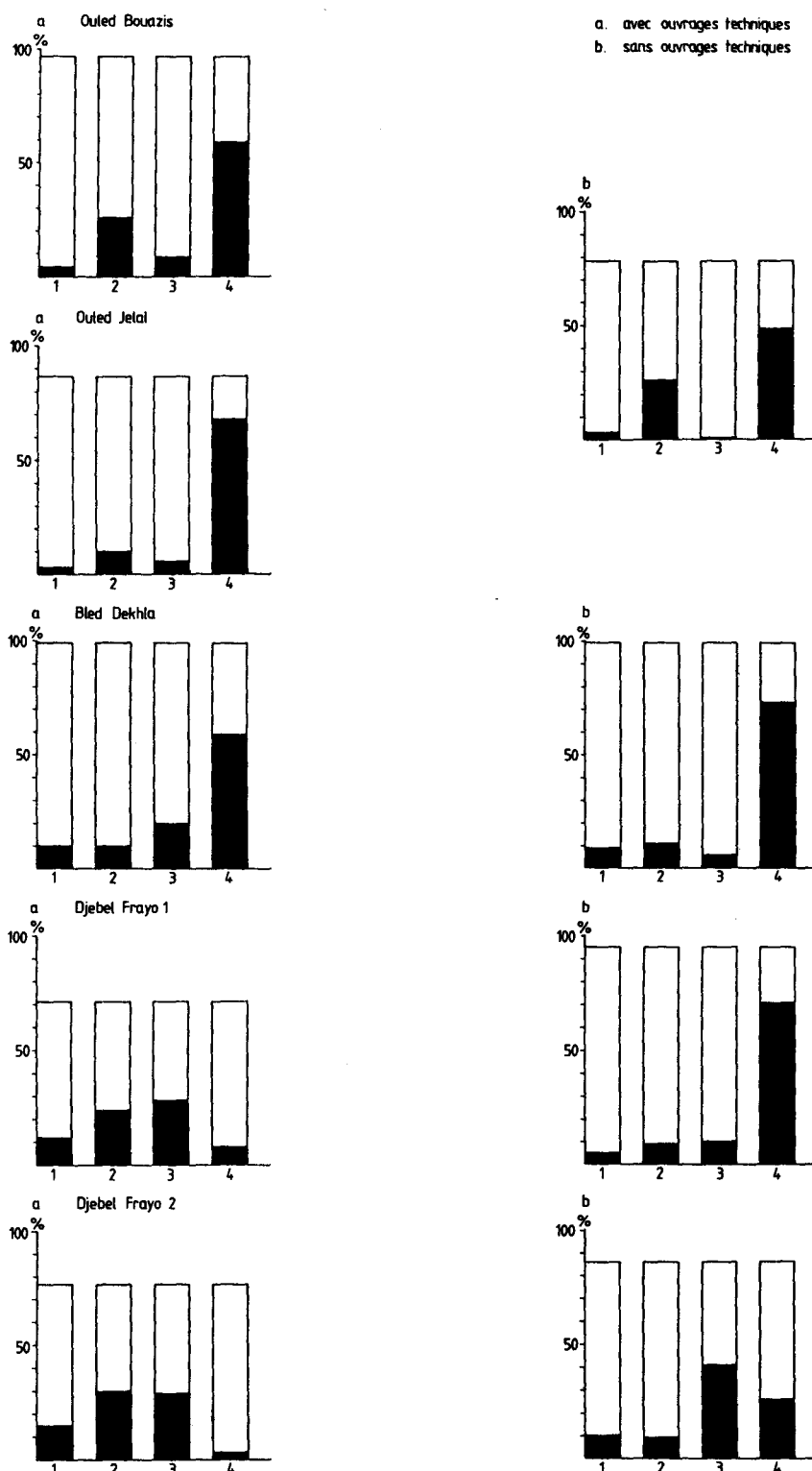


Figure 4.- Répartition (en %) des espèces trouvées dans les parcelles d'expérimentation selon les quatre types de végétation

1. végétation arbustive, surtout à romarin et alfa (*Stipa tenacissima*)
2. steppe alfa
3. broussaille et steppe à herbacées dominée en particulier par *Artemisa* spp.
4. milieu très surpâturé marqué par la présence d'espèces nitratophiles telles que *Peganum harmala* L., et une végétation très influencée par l'homme (abondance de mauvaises herbes).

2) La raison pour laquelle la hauteur totale de chaque bloc n'atteint pas 100 % est que toutes les espèces n'ont pu être classifiées selon LE HOUEROU, 1981, dans un type donné de végétation.

individus variait de 28 g (*Chrysanthemum macrocarpum*) à 0,15 g (*Filago gallica*). La biomasse moyenne pour l'ensemble des mesures est d'environ 250 g par m², c'est-à-dire 2,5 tonnes par hectare.

Il est très difficile d'évaluer la production annuelle. Nous l'avons estimée à 20 % de la biomasse totale en place, ce qui donne une production annuelle de 500 kg ha⁻¹. Ce résultat paraît vraisemblable si l'on se réfère à des études antérieures faites en Tunisie centrale et méridionale (LE HOUEROU & HOSTE, 1977 ; FLORET et PONTANIER, 1982). Dans les 500 kg de production annuelle nous avons jugé que la moitié était pâturable soit donc une production consommable par les animaux de 250 kg/ha⁻¹.

L'étude a aussi montré, que l'érosion, et plus particulièrement l'érosion superficielle, est moindre dans les vieilles parcelles ayant un couvert végétal bien développé (les deux zones du Frayo), que dans les plus jeunes parcelles (celles des zones les plus jeunes de Bouaziz et de Jelal). La mise en place et l'entretien des ouvrages techniques entraîne la diminution de toutes les formes d'érosion mais surtout de l'érosion superficielle. En certains endroits les ouvrages de protection contre l'érosion ont été mal placés ou mal dimensionnés, en résultat de quoi ils n'ont pas eu d'effets. L'entretien des installations techniques a été bien fait dans le Djebel Frayo où l'on a entre autre retiré les sédiments de tous les bassins, petits ou grands (seuils, banquettes, gradins).

Cette étude répond en partie à des questions sur la reconstitution de la végétation liée à la conservation des sols (par ouvrages techniques) et à l'interdiction de pâturer. Il reste encore beaucoup de questions à étudier, concernant les effets et l'intérêt de la plantation et du semis de plantes pâturables et fourragères, ainsi que d'arbres et d'arbustes pour bois de chauffage ou de construction (AKRIMI *et al.*, 1989). Les effets d'une interruption du pâturage sur l'évolution du couvert végétal naturel auraient aussi besoin d'être étudiés d'une manière plus stricte, en comparant en particulier les résultats sur des parcelles bien protégées contre le pâturage avec ceux de parcelles encore soumises au pâturage.

Il est aussi important de définir des méthodes plus rigoureuses de mesure de l'érosion par ruissellement, ainsi que de la percolation, et d'améliorer l'interprétation des résultats en relation avec les techniques de protection des sols, et les paramètres tels que la densité et la composition du couvert végétal.

BIBLIOGRAPHIE

- AKRIMI N., STEEN E., M'CHAREK A. & JELLALI A., 1989 - Etudes des biomasses souterraines développées par certaines espèces forestières, fruitières et fourragères cultivées en Tunisie centrale. *Ecologia Mediterranea*, Marseille. 15 : 1-14.
- CUENOD, A., POTTIER-ALAPETITE, G. & LABBE, A., 1954 - Flore analytique et synoptique de la Tunisie. Cryptogames vasculaires, Gymnospermes et Monocotyledones. Office de l'expérimentation et de la vulgarisation agricole de Tunisie, Tunis, 287 p.
- DEGALLIER R. & DELGA M., 1938 - Le Djebel Kebar, Sidi Bouzid. *Arch. Ser. Geol. de Tunisie*.
- FLORET C. & PONTANIER R., 1982 - L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. Travaux et documents de l'ORSTOM n° 150, Paris, 54 pp.
- GAUSSEN H. & VERNET A., 1950 - Carte des précipitations de Tunisie, au 1/500.000. Publ. du Min. de l'Agriculture, Tunis.
- Le HOUEROU H.N., 1969 - La végétation de la Tunisie steppique (avec références au Maroc, à l'Algérie et à la Libye). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron., Tunisie* : Vol. 42 (5), 1 vol. Texte 624 p., 1 pochette avec carte et tableaux.
- Le HOUEROU H.N., 1981 - Long term dynamics in arid-land vegetation and ecosystems of North Africa. In Goodall D.W. & Evenari M. & Noy-Meir I. (eds.) *IBP Synthesis*, Cambridge Univ. Press. : 357-384.
- Le HOUEROU H.N. & HOSTE C.H., 1977 - Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean basin and in the African Sahelo-Sudanian zone. *Journal of Range Management* 30 (3) : 181-189.
- LONG G., 1951 - Introduction à l'étude la végétation de la Tunisie centrale. *Annales du Service Botanique et Agronomique de Tunisie* 24 : 101-140.
- LONG G., 1954 - Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. *Annales du Service Botanique et Agronomique de Tunisie* 27, 388 p. et 1 pochette avec carte et tableaux.
- MAIRE, R., 1925 - Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (avec notice). Direction de l'Agric Comm. et Col. de l'Algérie, Alger.

POTTIER-ALAPETITE G., 1948 - Les pâturages du centre de la Tunisie et leurs possibilités d'amélioration. Rev. Gén. de Bot. Paris 55 : 5-17.

POTTIER-ALAPETITE G., 1979 - Flore de la Tunisie. Angiospermes - Dicotyledones. Apetales - Dialypetales. Tunis. 1 - 651 pp.

POTTIER-ALAPETITE G., 1981 - Flore de la

Tunisie. Angiospermes - Dicotyledones. Gamopetales. Tunis. 652-1190 pp.

SOLIGNAC M., 1931 - Description d'une nouvelle carte géographique de la nouvelle carte géologique de la Tunisie à l'échelle du 1/500.000. Imp. Berthod, Bourg, 78 pp. (réédité par les Ann. des Mines et de la Géologie, Tunis 1947).

TABLES DES MATIERES ET MATIERE A RIRE

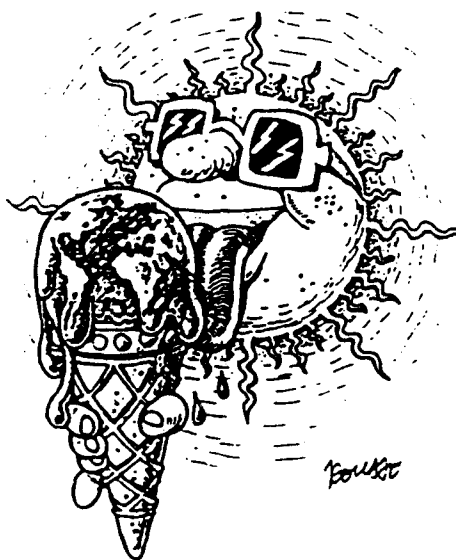
Depuis 1986, la délégation permanente à l'Environnement de l'INRA (DPEnv., ex-Cellule Environnement) publie le *Courrier de l'Environnement*. Paraissant 3 à 4 fois par an sur plus de 120 pages, tirant à 8 500 exemplaires, il propose à un public très varié des articles traitant de l'interface entre l'agriculture et l'environnement. A chaque livraison et pour chaque article, Robert Rouso y va de sa plume et un dessin d'humour apporte un contrepoint, parfois aimable, souvent grinçant.

Plus récents sont les *Dossiers*, consacrés chacun à un thème : la qualité de l'eau (36 articles), la lutte biologique (23 contributions), la Graphiose de l'orme... *Sauve qui peut !* est un périodique irrégulomadaire, consacré aux ressources génétiques végétales.

L'ensemble constitue une source copieuse, originale et importante d'informations. L'équipe de la DPEnv. publie, dans sa nouvelle collection *Opuscules de l'Environnement*, sous le numéro un, et sous le titre

rétrospective sommaires/dessins

les tables des matières des vingt *Courriers*, cinq *Sqp!* et six *Dossiers* parus et... une soixantaine des meilleurs dessins de Rouso.



On se procurera cet outil de travail et cet instrument de délasserment en passant commande auprès de la Société des amis de la cellule environnement, qui co-édite l'ouvrage, chèque de 50 F à l'ordre de la SACE (participation aux frais de réalisation) et coordonnées exactes à l'appui, envoyés à l'adresse suivante :

**SACE, aux bons soins de Valérie Laporte
26, rue de Belleville, Paris XX^e.**

Annonce

de la **délégation permanente
à l'Environnement de l'INRA**

147, rue de l'Université,
75338 Paris cedex 07
Tél. : 42 75 92 47
Fax : 42 75 94 26

et de la **Société des amis
de la cellule environnement**
(siège social : chez Isabella Teulières)
29, quai André-Citroën, 75015 Paris

Paris, le 7 décembre 1993

LES OPUSCULES DE L' ENVIRON NEMENT



1
rétrospective
sommaires/dessins

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRICOLE/SOCIÉTÉ DES AMIS DE LA CELLULE ENVIRONNEMENT

Avis aux auteurs désirant publier dans la revue

Ecologia Mediterranea

Généralités

Ecologia Mediterranea publie des travaux originaux et des mises au point sur des sujets se rapportant à l'écologie générale, fondamentale ou appliquée, terrestre et limnique, en régions méditerranéennes. Les articles peuvent être rédigés, de préférence, en français ou en anglais, mais aussi en allemand, en espagnol ou en italien.

Ecologia Mediterranea est équipé d'un matériel informatique destiné à assurer la composition de la revue, tout en augmentant sa qualité et son homogénéité, permettant ainsi une parution plus rapide.

Ce matériel comporte d'une part un micro-ordinateur de la famille des PC compatibles MS-DOS, muni de deux lecteurs permettant de lire des disquettes de 3" 1/2 (de 720 Ko ou 1,4 Mo) et de 5" 1/4 (de 360 Ko ou 1,2 Mo) et, d'autre part, d'une imprimante Laser Postscript. Les logiciels utilisés sont «PageMaker» pour la composition et «Word5» pour le traitement de texte. Les textes saisis sous «Macintosh» seront récupérés sous «MS-DOS».

Texte

Les articles proposés doivent être envoyés, en triple exemplaires, dactylographiés en double interligne, en format A4, au Secrétariat général de la revue, accompagnés de la disquette contenant le texte déjà informatisé. Les articles doivent être complets : titres français et anglais, auteur(s) et adresse(s), résumé et abstract (au minimum), mots clés, texte, conclusion, bibliographie, figures et tableaux, afin d'être soumis au Comité de lecture avant confirmation de leur acceptation. Les tableaux numériques, les tableaux phytosociologiques et, si possible les graphiques, seront inclus dans le texte informatisé. N'envoyez les figures originales qu'après acceptation de l'article. Les disquettes seront renvoyées.

Les articles comportant plus de 20 pages seront acceptés dans la mesure des possibilités. Les vingt premières pages des articles (incluant tableaux et figures) seront édités à titre gracieux. Les pages excédentaires seront facturées. Il est fourni 25 tirés-à-part par article, même lorsqu'il y a des auteurs multiples. A la demande, des tirés-à-part supplémentaires peuvent être obtenus : ils seront facturés.

Une fois leur article accepté, les auteurs devront tenir compte des remarques des lecteurs, puis ils renverront leur texte corrigé imprimé (en un exemplaire) et informatisé. Ils devront s'assurer de la correspondance entre le texte imprimé (pour contrôle) et le texte informatisé. Les figures et les photographies originales seront jointes à l'envoi. La disquette et les documents associés doivent parvenir dans les meilleurs délais au Secrétariat de la revue.

Résumé et mots-clés

Le résumé doit comporter 100 à 150 mots au maximum. Le nombre de mots-clés est limité à 5, dans la langue des résumés.

Auteurs et Adresses

L'adresse de chaque auteur sera indiquée. Chaque adresse doit être complète et comportera le numéro de téléphone ou de télécopie (fax), pour faciliter les communications avec l'auteur principal. Dans le cas où une publication est le fait de plusieurs auteurs, lors du premier envoi, l'auteur devra préciser la personne à qui doit être retourné l'article, après lecture.

Bibliographie

La bibliographie regroupera toutes les références citées et elles seules. Les références seront rangées dans l'ordre alphabétique des auteurs et de façon chronologique. Les abréviations internationales des titres des revues peuvent être utilisées.

Conventions

Sur le plan de la saisie du texte, il est simplement demandé aux auteurs de distinguer clairement les titres des différents paragraphes, de taper le texte «au kilomètre», en respectant les conventions ci-dessous. La mise en forme définitive du texte sera assurée par la revue.

Principaux titres et numérotation

Introduction, Matériel et méthodes, Résultats, Conclusion et Bibliographie seront centrés pour faciliter la lecture : ils ne seront pas numérotés. Pour numérotter les sous-chapitres, éviter les lettres.

Abréviations

Les abréviations sont à proscrire, sauf les plus courantes. En tout état de cause, l'usage d'une abréviation technique doit être précédée de sa signification lors de sa première apparition.

Citations et renvois appelés dans le texte

Les mots «figures» et «tableaux» annoncés dans le texte sont écrits en toutes lettres et en minuscules. Exemples : ... sur la figure 3. ... comme le montre la carte (figure 3). Ne pas écrire : «voir figure 3», ni «cf. fig. 3». Pour les citations, suivre ces exemples : «ainsi que le dit DUPONT (1962)» ou, dès qu'il y a plus d'un auteur, «(DUPONT *et al.*, 1962)». La page de la citation n'est mentionnée que dans le cas où elle correspond à une citation entre guillemets.

Mots latins

Les mots latins doivent être mis en italiques afin de les distinguer du reste du texte (*et al.*, *a priori*, *stricto sensu*, etc.), et en particulier les noms de plantes ou d'animaux (*Quercus toza* et *Q. pubescens*). Pour les plantes une seule majuscule sur le nom de genre, l'épithète reste en minuscules. Pour distinguer un nom d'espèce d'un groupement végétal en latin, il peut être utile de différencier la typographie de ce dernier par des lettres grasses.

Unités et symboles

Les unités de mesure et les symboles ne sont jamais suivis d'un point. Exemples : «10 °C, 100 mm, 10 s, 2 500 m, 50 FF, 50 %».

Typographie

En français, n'utilisez les majuscules que pour les noms propres, sauf exception justifiée. Pour associer l'unité de mesure à sa valeur, utilisez l'«espace insécable» plutôt que la barre d'espacement pour éviter que, lors de la justification, la valeur ne se trouve en fin de ligne et son unité en début de la ligne suivante. De même, pour les doubles ponctuations (: ; ! ?), les faire précéder d'un espace insécable. Les ponctuations simples (, .) ne sont pas précédées d'un espace. Par contre, toutes les ponctuations sont suivies d'un espace. Les (parenthèses), les [crochets], les {accolades} et les «guillemets» doivent être accolés aux mots qu'ils ensèrent. Le tiret «-» marquant un sous-alinéa sera avantageusement suivi d'un espace «insécable» de façon que le mot qui suit le tiret ne soit séparé que d'un seul espace.

Figures et tableaux

Les figures rassemblent tout ce qui est dessin ou photographies ; les tableaux, tout ce qui peut être écrit avec une machine à écrire. Les figures et tableaux, doivent être remis prêts à l'impression, sans nécessiter de réduction (format 16 x 22 cm au maximum, ou 8 x 22). Les figures comme les tableaux doivent être conçus pour être vus ou lus en format "Portrait" et non "Paysage" (ou "à l'italienne"). Les caractères utilisés doivent avoir au minimum un millimètre de hauteur tout en restant lisibles (caractères de qualité professionnelle, non manuscrits). Les figures qui ne se prêtent pas à la reproduction seront retournées. Tous les documents (figures et tableaux) devant être insérés dans le texte doivent être annoncés et numérotés dans l'ordre croissant : ils doivent comporter une légende (éviter les formules vagues telles que «pour les explications, voir dans le texte»). Les titres des figures seront inscrits là où l'auteur veut les faire apparaître, en tenant compte de la place qu'elles occuperont. En ce qui concerne les tableaux phytosociologiques, il est indispensable d'indiquer par des points les relevés où la plante ne figure pas, de façon à en permettre l'observation dans les différents relevés où elle se trouve. Les tableaux informatisés ne doivent pas comporter de signes (: ou l) pour marquer les colonnes.

Les propositions de publication d'articles doivent être adressées au Secrétariat général.

TABLE DES MATIERES

ASENSI A., DIEZ-GARRETAS B. & MARTIN OSORIO V. E. The structure and dynamics of <i>Festuca scariosa</i> communities in southern Spain	1
FELLAOUINE R. et LOUVEAUX A. Herbivorie/omnivorie chez <i>Praehippiger a pachygaster</i> Lucas, 1849 (Orthoptera, Tettigoniidae)	9
GARCIA-FUENTES A. & CANO-CARMONA E. Fitosociologia aplicada al conocimiento de los herbazales : nuevo metodo para el calculo del valor forrajero	19
LOBO J.M. & MARTIN-PIERA F. Análisis comparado de las comunidades primaverales de escarabeidos coprófagos (Col., Scarabaeoidea) de l'archipiélago balear	29
MEDDOUR R. Analyse phytosociologique de la chênaie caducifoliée mixte de Tala Kitane (Akkfadou, Algérie)	43
MOTA, J.F., CABELLO, J., GOMEZ MERCADO, F. et PENAS, J. Estudio fitosociológico de los pastizales sabulícolas (Ord. Malcolmietalia Rivas Goday 1957) de los Campos de Níjar y Tabernas (sureste de la Península Ibérica)	53
NEFFATI M., AKRIMI N. et BEHAEGHE T. Etude de quelques caractéristiques germinatives des semences de <i>Salsola vermiculata</i> var. <i>villosa</i> (Delile) Moq. Tan.	61
RAMIL REGOP., & AIRA RODRIGUEZ M.J. Analisis polinico de la turbera de la Charca do Chan da Cruz (Ferreira do Valadouro, Lugo. N.O. de España)	71
ROJO, S. y MARCOS-GARCÍA, M.A. Comportamiento espacio-temporal de <i>Neomyia cornicina</i> (Fabricius, 1781) en un ecosistema de bosque mediterraneo de la peninsula iberica (Diptera: Muscidae)	79
VILLEMANT C. et FRAVAL A. La faune entomologique du chêne-liège en forêt de la Mamora (Maroc)	89
WESSTROM I. et STEEN E. Reconstitution de la végétation à la suite de mesures de protection des sols en terrains montagneux de Tunisie centrale	99