

## La successió d'invertebrats en les buïnes de vaquí a la vall d'Aisa (Pirineu aragonès)

Joan Franch<sup>1</sup>, Jesús Domènech<sup>2</sup> i Coro Sánchez Cabrero<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals.

Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra.

<sup>2</sup> Grup Assessor Mediterrani en Medi Ambient, S. Coop. V. c/ Badia, 102-18.

46113 Montcada de l'Horta (València).

<sup>3</sup> Via Carpetana, 107, 1 izda. 28047 Madrid.

**Key words:** *Aphodius*, coprophilic arthropods, cow dung communities, diversity, insect succession, microsuccession, *Sphaeridium*.

**Abstract.** *Invertebrate succession on cow dung in the Aisa valley (Spanish Pyrenees).* Forty-eight cow droppings were sampled in summer 1986 to study the invertebrate succession during the first 60 days of the decomposition process. A total of 1202 invertebrate specimens were found (86% of them adult forms), belonging to more than 78 species. Coleoptera was the main group, with 88% of the specimens and more than 52 species. The succession can be divided in three phases: (1) from days 1 to 3, predominance of adult coprophagous beetles, while the abundance of specimens is maximal and diversity is minimal; (2) from days 4 to 10, predominance of predators, coinciding with a maximum of dipterous larvae, while species richness is highest; and (3) from days 11 to 60, predominance of Escarabaeidae larvae and occupation of the pat by soil fauna, with a decrease in the relative importance of Coleoptera.

Successional changes in the patterns of occupation of microhabitats within the dung and in the underlying soil are described. The most intensively colonized microhabitat is the central part of the dung. The crust and the subcrustal space of the dropping are scarcely utilized. The contact zone between dung and soil is well colonized from days 2 to 10. The soil beneath the pat is intensively burrowed during the first 3 days. A list of the recorded species is given in the appendix.

**Resum.** S'han estudiat 48 buïnes de vaquí mostrejades a l'estiu de 1986 a fi d'establir la successió d'invertebrats durant els 60 dies que segueixen a la deposició. Vàrem trobar 1202 individus (el 86 % en forma adulta) de més de 78 espècies. Els coleòpters eren el grup més abundant, amb el 88 % dels individus i més de 52 espècies. La successió pot considerar-se dividida en tres fases: (1) del primer al tercer dia predominen els copròfags adults, la diversitat és mínima i l'abundància d'individus, màxima; (2) del quart al desè dia predominen els depredadors, tot coincidint amb la màxima biomassa de larves de dípters, mentre que la riquesa d'espècies és màxima; i (3) de l'onzè al seixantè dia predominen les larves d'escarabèid, la buïna és ocupada per la fauna edàfica, i la importància relativa dels coleòpters disminueix.

També descrivim les variacions successional en l'ocupació dels diversos microhàbitats de la buïna i el sòl subjacent. La part central de la buïna és el microhàbitat més intensament colonitzat. La crosta de la buïna i l'espai immediatament inferior són poc utilitzats. La zona de contacte entre la buïna i el sòl està ben colonitzada des del segon al desè dia. El sòl, sota la buïna, és intensament excavat durant els tres primers dies. En l'apèndix hi ha una llista de les espècies trobades.

### Introducció

En els ports de muntanya utilitzats pels ramats de vaquí, l'acumulació d'excrements suposa un blocatge momentani d'elements i energia. Pot acceptar-se

que un bòvid de 500 kg produeix diàriament uns 25 kg d'excrements, en pes fresc, repartits en 12-30 deposicions que cobreixen 1 m<sup>2</sup> de pastura (Johnstone-Wallance citat per Voisin 1971). Considerant que el pastoreig dels ports durés 75 dies, cada animal aportaria 1.8 t d'excrements.

Les buïnes constitueixen, doncs, un substrat quantitativament important i el seu estudi presenta un doble interès: el relacionat amb la dinàmica de les pastures i el referent a la successió d'invertebrats que suporten. Les microsuccessions que es donen en buïnes, cadàvers, fusta morta, etc. constitueixen un bon exemple de successions secundàries, «immergides en el si de la successió principal... i que permeten reconèixer els mateixos mecanismes que operen en aquesta... Les microsuccessions secundàries apareixen contínuament manifestant-se com a taques de caràcter menys madur en el si d'un ecosistema més uniforme.» (Margalef 1974).

En els ports de muntanya, les buïnes de vaca constitueixen un microhàbitat favorable i abundant en el si d'un macrohàbitat hostil que ofereix poca diversitat d'ambients explotables pels invertebrats. Alguns autors (Horn & MacArthur 1972, Koskela & Hanski 1977) han tractat les buïnes com a illes en les quals moltes espècies acumulen un gran nombre d'individus. En la Taula 1, hi figuren els nombres d'espècies trobats en diversos estudis. En tots els casos els estudis abasten àrees de mida no superior a algunes hectàrees, i per tant pot considerar-se que els nombres indicats representen el total aproximat d'espècies susceptibles de colonitzar les buïnes d'aquestes àrees. S'ha de tenir en compte que les tècniques de mostreig no són les mateixes en tots els casos i, per tant, els resultats no són totalment comparables.

En aquest treball es descriu la successió d'invertebrats durant els 60 primers dies del procés de descomposició de les buïnes. La descripció es fa en termes quantitativs als grups en què això ha estat possible. S'ha analitzat l'evolució, al llarg del temps, del nombre d'individus i d'espècies, de la diversitat, i de la proporció d'individus amb diferents règims alimentaris. En la discussió es dona una visió sintètica de la successió.

Taula 1. Nombre d'espècies copròfiles trobades per diferents autors.

Autor	Nombre d'espècies	Lloc
Elton 1966	320 invertebrats	Wytham Ecological Survey: Anglaterra
Koskela & Hanski 1977	179 coleòpters adults	Sud de Finlàndia
Hammer 1941	66 dípters	Dinamarca
Mohr 1943	30 col. + 36 dip. + 7 him.	Illinois (EUA)
Merrit & Anderson 1977	31 col. + 38 dip. + 13 him.	Califòrnia (EUA)
Valiela 1969	43 col. + 39 dip. + 10 him. + 12 altres	Ithaca. Nova York (EUA)
Hafez 1939	54 col. + 30 dip.	Egipte

### Material i mètodes

El treball es realitzà a la part fonda de la capçalera de la Vall d'Aisa, al Pirineu Aragonès. El substrat rocós és calcari i dona lloc a sòls fonamentalment bàsics. La coberta vegetal està formada per pastures de substitució del bosc primitiu de pi negre que poden incloure's en l'aliança *Mesobromion erecti*. Hi abunda *Bromus erectus*, *Festuca gr. rubra*, *Lotus corniculatus*, etc. Vàrem realitzar els mostreigs des del 4 de juliol fins al 30 de setembre de 1986 i abastàrem un total de 48 buines, d'edats compreses entre 1 i 60 dies.

Utilitzàrem tres tècniques de mostreig diferents: immersió, captura a mà i excavació.

a) La immersió de la totalitat de la buina en aigua no dona rendiments similars en les diferents espècies, ni en els diferents estats biològics d'una mateixa espècie, ni en una mateixa espècie i forma biològica que es trobi en buines d'edat allunyada. A més, presenta el problema de no permetre apreciar el microhàbitat de procedència de les captures. Malgrat tot, correntment s'utilitza com a mètode quantitatiu senzill. Koskela & Hanski (1977) obtingueren amb aquest mètode un rendiment del 95 % pel que fa a coleòpters adults (vegeu també Landin 1957 i Moore 1954).

b) La captura a mà *in situ*, mètode menys quantitatiu que l'anterior, permet estudiar separatament els diferents microhàbitats de la buina. D'aquests, n'hem considerat quatre:

**Crosta:** es forma en el decurs de les primeres hores i assoleix un gruix aproximat de 0.5 cm.

**Subcrosta:** zona immediatament inferior a la crosta. Per l'acció del coleòpter hidrofílid *Sphaeridium bipustulatum*, es troba intensament perforada per un sistema de galeries amb múltiples sortides a l'exterior i en conseqüència és seca i airejada. Té un gruix aproximat d'1 cm.

**Massa:** constituïda per la resta de la buina. En volum i pes representa la major part d'aquesta. És més humida i menys airejada que els microhàbitats anteriors, sobretot quan la buina és recent.

**Zona de contacte:** entre la buina i el sòl. Les plantes fan de coixí entre ambdós, la qual cosa permet un cert aireig.

c) L'excavació del sòl de sota la buina ens permet definir dos nous microhàbitats: sòl de 0 a 5 cm i sòl de 5 a 10 cm. Atesa l'escassa presència d'invertebrats en la zona dels 5 als 10 cm aquesta capa només es tindrà en compte en l'annex.

En la Taula 2 s'expressa el nombre i el volum aproximat de buines de cada edat estudiades amb cada una de les tècniques de mostreig descrites. Com que la velocitat del relleu entre espècies a l'inici de la successió és major que la del final, s'han agafat mostres més intensament durant els primers dies.

A causa de la gran abundància de larves de dípters en els primers estadis i de

Taula 2. Característiques del mostreig. Per a les diferents edats de les buines i tècniques de mostreig s'indica el nombre de buines estudiades i el volum aproximat que representen.

Edat <sup>a</sup>	Immersió		A mà		Excavació	Total
	Nombre buines	Volum (cm <sup>3</sup> )	Nombre buines	Volum (cm <sup>3</sup> )	Nombre buines	Volum (cm <sup>3</sup> )
1	2	6424	2	10120	2	16544
2	2	8632	2	12395	3	21027
3	2	11944	2	10373	3	22317
4	2	4470	2	16960	2	21430
6	2	6048	2	6652	2	12700
8	2	12880	2	9132	3	22012
10	2	15504	2	8316	2	23820
16	2	7668	2	9990	3	17658
22	3	8257	1	4896	2	13153
30	3	15980	1	2700	3	18680
45	0	0	4	11824	3	11824
60	3	10408	1	5970	3	16378
Totals	25	108215	23	109328	31	217543

<sup>a</sup> L'edat de les buines s'expressa en dies comptats a partir de la deposició.

la petita talla d'algunes, la recollida a mà només seria efectiva si es dissenyés específicament per a aquest grup, la qual cosa no es féu. D'altra banda, el mètode d'immersió no és utilitzable amb aquestes larves, atès el seu baix rendiment. En conseqüència, en aquest treball no es dona informació quantitativa sobre aquest important grup sinó tan sols algunes observacions qualitatives.

## Resultats i discussió

### *Dades generals*

En l'annex figura una relació de les espècies recollides amb indicació del seu règim alimentari, microhàbitat que ocupen, estat biològic en què s'han trobat i abundància i edat de les buines que habiten. El nombre d'individus capturats és de 1202 i estan repartits en més de 78 espècies. El 86 % d'aquestes captures correspon a exemplars en estat adult i el 14 % restant, a larves de coleòpter i a alguna pupa. En la Taula 3 s'indica, per als diversos grups taxonòmics considerats, el nombre d'espècies repartides en classes d'abundància, el nombre d'individus capturats i el percentatge que aquest nombre representa sobre el total de la captura. Destaca la importància dels coleòpters (88 % del total d'individus capturats). En la Taula 4 es presenten les dades relatives a la captura de les diverses famílies de coleòpters adults i es reparteixen les espècies de les dites famílies en classes d'abundància.

El total d'individus coleòpters en forma adulta queda repartit en un 61 %

de copròfags (hidrofilids i escarabèids), 35 % de depredadors (estafilínids, caràbids i histèrids), i 4 % amb altres règims alimentaris: detritívors, fúngívors, fitòfags, xilòfags, etc. (buprèstids, ptilíds i curculiònids). Els coleòpters copròfags són, doncs, clarament els més abundants en nombre d'individus (552 sobre un total de 907 coleòpters adults capturats), però no en nombre d'espècies (14 sobre 52 espècies de coleòpters adults capturats). Els depredadors són menys abundants en nombre d'individus (320 sobre 907), però presenten una major riquesa específica (més de 29 espècies sobre 52). Aquests resultats no concorden amb els obtinguts a Finlàndia per Koskela & Hanski (1977), pel que fa a l'abundància d'individus, però sí pel que fa al nombre d'espècies.

Quant a les larves de coleòpter, el 24.6 % del total d'individus presenta règim copròfag (escarabèids) i el 67.9 % són depredadors (hidrofilids: 46.3 % i estafilínids: 21.6 %). Els elatèrids suposen el 7.5 %. Així doncs, en el cas de les larves trobem una situació inversa a la dels adults.

#### *Variació del nombre total d'individus, espècies i diversitat*

En la Figura 1 es representen les variacions en el decurs de la successió del nombre d'espècies, individus i diversitat, total i de coleòpters. Les gràfiques fan referència únicament a individus en estat adult. El primer dia hi ha el

Taula 3. Abundància dels diversos tàxons. Per a cada grup taxonòmic s'indica el nombre d'individus capturats; el percentatge que aquest nombre representa respecte al total de la captura (%); el nombre d'espècies repartit en les diverses classes d'abundància i el nombre total d'espècies de cada grup taxonòmic. Únicament s'han considerat les formes adultes.

Tàxons	Nombre d'individus	%	Classes d'abundància <sup>a</sup>						Nombre d'espècies
			P	R	E	C	A	MA	
Mollusca	7	0.7		3					3
Annelida	24	2		1+	1				2+
Miriapoda	9	0.8	1	3+					4+
Arachnida	30	2.9		1+		1			2+
Coleoptera	907	87.7	15	20	10	3	3	1	52+
Hymenoptera	30	2.9		5	2				7
Altres insectes	32	3	3	4	1				8
Totals	1036		19	37+	14	4	3	1	78+

<sup>a</sup> P: Present, 1 únic individu en el total de la captura; R: Rar, de 2 a 8 individus en el total de la captura; E: Escàs, de 9 a 20 individus en el total de la captura; C: Corrent, de 21 a 50 individus en el total de la captura; A: Abundant, de 51 a 125 individus en el total de la captura; MA: Molt abundant, més de 126 individus en el total de la captura. (El signe + que figura al costat d'alguns números indica que es tracta d'infraestimacions).

Taula 4. Abundància de les diverses famílies de coleòpters. Per a cada família s'indica el nombre d'individus capturats, el percentatge que aquest nombre representa respecte al total de la captura (%), el nombre d'espècies de cada família repartit en les diverses classes d'abundància, i el nombre total d'espècies de cada família. Únicament s'han considerat les formes adultes.

Famílies	Nombre d'individus	%	Classes d'abundància <sup>a</sup>						Nombre d'espècies
			P	R	E	C	A	MA	
Carabidae	64	7	2	5		1		1	9
Hydrophilidae	442	48.7	1	2					3
Histeridae	12	1.3			1				1
Staphylinidae	244	26.9	6	7+	4		3+		20+
Scarabaeidae	110	12.1	2	3	3	2			10
Curculionidae	22	2.4	2	1	1				4
Altres	13	1.6	2	2	1				5
Totals	907		15	20+	10	3	3+	1	52+

<sup>a</sup> P: Present, 1 únic individu en el total de la captura; R: Rar, de 2 a 8 individus en el total de la captura; E: Escàs, de 9 a 20 individus en el total de la captura; C: Corrent, de 21 a 50 individus en el total de la captura; A: Abundant, de 51 a 125 individus en el total de la captura; MA: Molt abundant, més de 126 individus en el total de la captura. (El signe + que figura al costat d'alguns números indica que es tracta d'infraestimacions).

màxim d'individus i el mínim de diversitat: aquesta situació correspon a molt poques espècies de les quals una és clarament dominant (*Sphaeridium bipustulatum*). El segon i tercer dia s'observa una forta disminució en el nombre d'individus (*S. bipustulatum* en forma adulta abandona la buina progressivament), mentre que augmenten les espècies (arriben noves espècies d'escarabèids i estafilínids) i en conseqüència la diversitat s'incrementa. El quart dia presenta un mínim relatiu del nombre d'individus, a causa, bàsicament, de la gairebé total desaparició de *S. bipustulatum*. També s'observa una disminució del nombre d'espècies. El fet que algunes d'aquestes espècies tornin a aparèixer fa sospitar que el mínim esmentat és a causa que la mostra és massa reduïda.

El pic de la diversitat es presenta entre el sisè i el vuitè dia. Les observacions de camp indiquen que en aquest moment hi ha el màxim de larves de dípter disponibles per als carnívors. Això explica la gran abundància de depredadors (estafilínids i caràbids) que es reflecteix en el pic de les Figures 1a i 1b. En aquest interval hi ha també la màxima abundància i diversitat d'escarabèids adults. El desè dia disminueix el nombre d'espècies a causa de l'emigració dels escarabèids adults. La diversitat, però, es manté alta gràcies a la permanència de nombroses espècies de depredadors (estafilínids, caràbids i histèrids), representades per un escàs nombre d'individus. A partir del quinze dia, el nom-

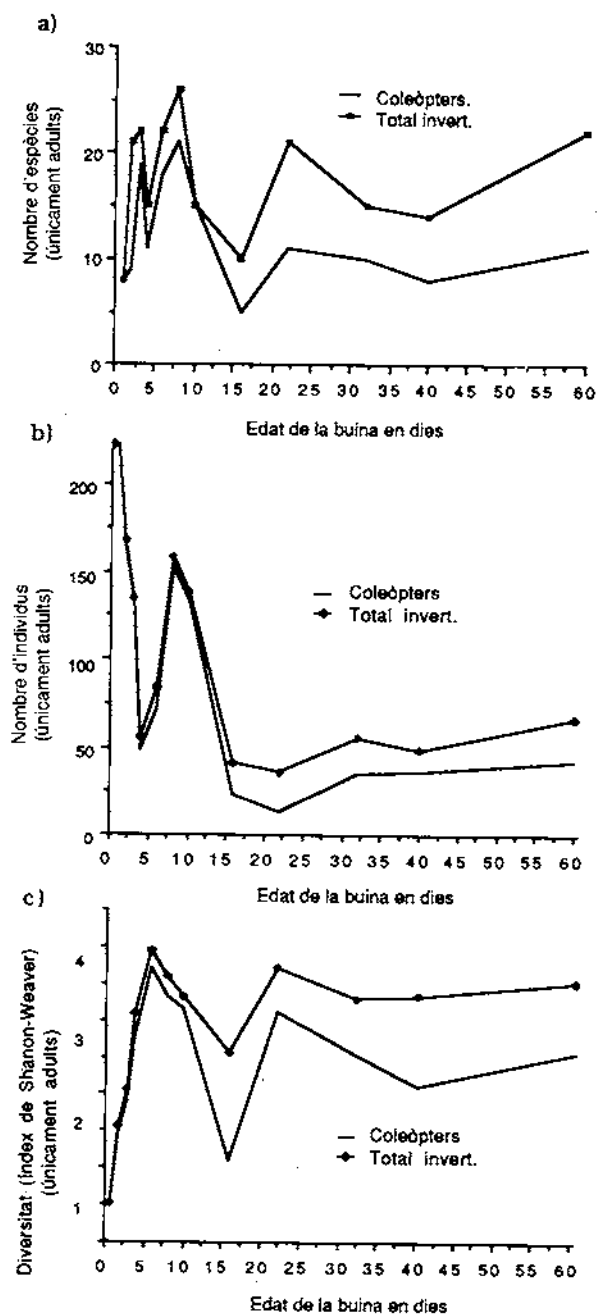


Figura 1. Variació al llarg del temps de: a) nombre d'espècies total i de coleòpters. b) nombre d'individus total i de coleòpters, i c) diversitat (índex de Shannon-Weaver) total i de coleòpters. En els tres casos únicament es consideren els adults.

bre d'individus es manté baix fins al final del mostreig. La majoria d'aquests individus pertanyen a espècies no típicament copròfiles (caràbids, estafilínids, anèl·lids, miriàpodes, gasteròpodes, aràcnids, dermàpters, etc.) que poden considerar-se com a visitants. Els coleòpters perden progressivament importància davant els altres invertebrats. La diversitat es manté relativament alta.

#### Variació de les principals famílies de coleòpters

La informació precedent es complementa amb la continguda en les Figures 2 i 3. En la Figura 2 s'ha representat l'abundància de les diverses famílies de coleòpters trobats en forma adulta, i en la Figura 3 es dona idèntica informació, però referida a larves. El màxim d'abundància de les larves d'hidrofilid es presenta el vuitè dia. Les observacions de camp ens permeten dir que aquest màxim és sensiblement coincident amb el període de màxima abundància de larves de dípter (en nombre d'individus i biomassa). Segons Hammer (1941), si 10 larves de *Sphaeridium* completessin el seu desenvolupament en una buïna, podrien menjar-se prop de 250 larves de dípter. La disminució posterior del nombre de larves d'hidrofilids podria ésser a causa de la depredació intraespecífica que, segons Hammer (1941), es dona.

Les larves d'estafilínid, que apareixen el sisè dia, presenten el seu màxim cap al quinzè. Aquestes espècies, considerades globalment, són més mòbils i capaces de buscar aliment en ambients més diversos que les anteriors. D'altra banda, són menys capaces de desplaçar-se en el si de la massa quasi líquida de l'excrement fresc, i en conseqüència són força dependents de la xarxa de galeries llaurada pels hidrofilids. Aquesta xarxa facilita a la vegada el desplaçament i la dessecació.

Les larves d'escarabèids, típicament copròfagues, tenen un cicle biològic

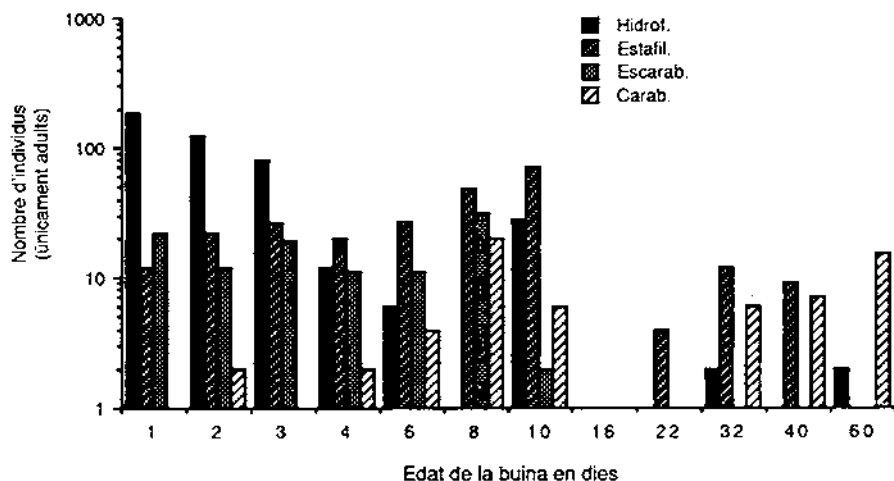


Figura 2. Variació de l'abundància de les diverses famílies de coleòpters.



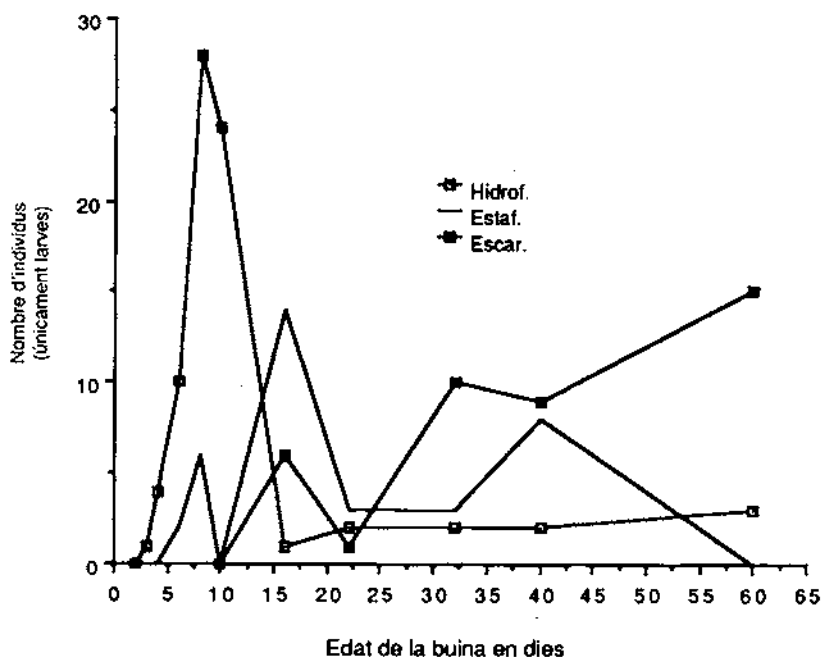


Figura 3. Variació de l'abundància del nombre d'individus Coleòpters en estat larvari. (Hidrof. = Hidrofilíids. Estaf. = estafilíníids. Escar. = escarabèíds).

força dependent de les condicions ambientals i més llarg que els grups precedents. Segons Lumaret (1975), la temperatura i la humitat tenen una gran influència en la mortalitat i durada del cicle larvari. Aquest autor menciona casos en què al cap de 28 dies les larves estaven encara en la primera fase. La presència de larves d'aquest grup fins al final del període de mostreig podria atribuir-se a l'alentiment del seu cicle a causa de la forta sequera produïda en les buïnes pel vent i la intensa radiació solar. En la zona d'estudi i en els mesos de setembre i octubre, trobarem que la majoria de les buïnes d'edats compreses entre els 20 i 60 dies cren plenes de larves d'*Aphodius* que pel novembre hivernaven sota terra a uns 5-10 cm de fondària. Pel juliol de l'any següent els adults es trobaven encara enterrats sota les buïnes.

#### Variació del nombre d'individus amb diferents règims alimentaris

Hem dividit el conjunt de les espècies en copròfags, depredadors i altres règims alimentaris. L'atribució de les espècies a un d'aquests grups no sempre és evident. No hi ha unanimitat de criteris entre els diversos autors. Nosaltres ens hem basat en Boving & Henrisken (1938), Hammer (1941), Laurence (1954) i Merrit (1976). En l'annex consten els règims que hem atribuït a les

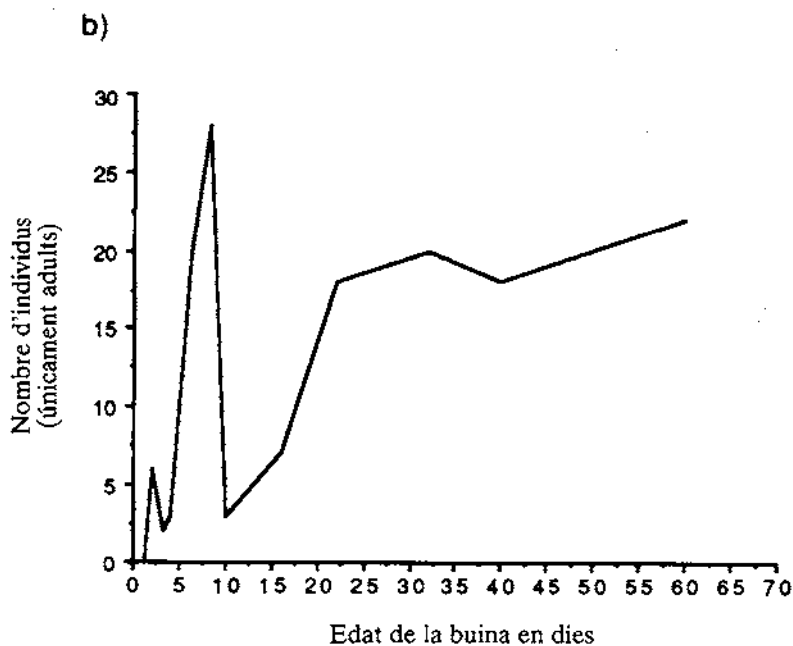
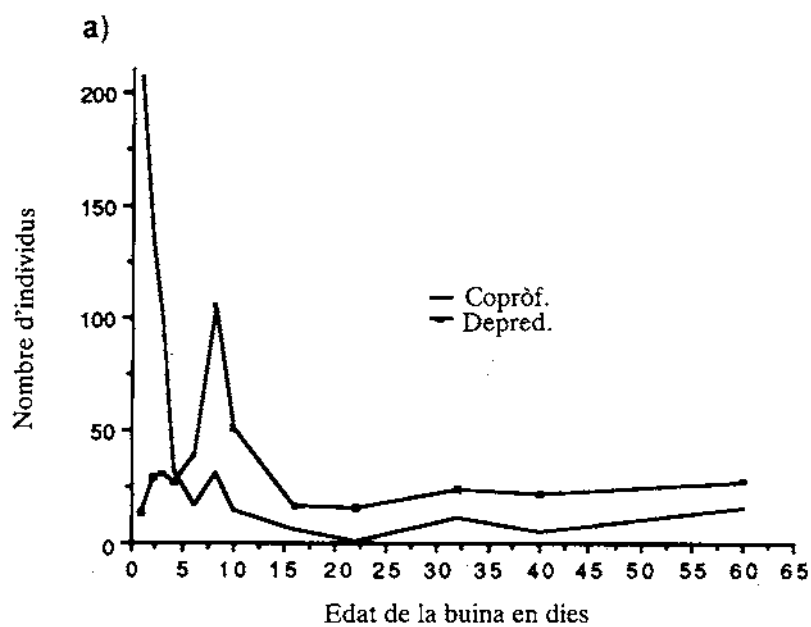


Figura 4. Variació del nombre total d'individus (adults i larves, dípters exclosos) amb règim alimentari: a) copròfag i depredador, i b) altres règims alimentaris. (S'han exclòs les espècies amb règim alimentari no determinat).

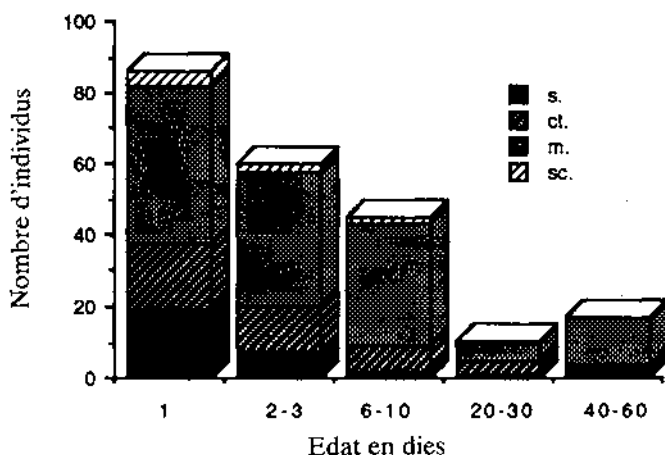


Figura 5. Variació del nombre mitjà d'individus capturats per buina en cada microhàbitat i fase (s. = sòl. ct. = zona de contacte, m. = massa, sc. = subcrosta) en les 4 fases considerades.

diverses espècies. Els adults d'hidrofilid han estat considerats copròfags seguint l'opinió més estesa i malgrat que, segons Hammer (1941), també mengen ous i petites larves de dípter.

En la Figura 4a apareixen les abundàncies de copròfags i depredadors (adults i larves), excloent els dípters. A l'inici del procés predominen els copròfags, però la tendència s'inverteix a partir del sisè dia. En la Figura 4b es representa l'abundància dels individus amb altres règims alimentaris. Destaca l'increment que mostren a partir del dia setzè.

### *Distribució espacial*

Les diverses parts de la buina no són igualment utilitzades per les espècies copròfiles ni per les formes biològiques diferents d'una mateixa espècie. L'estudi detallat de l'evolució de la distribució espacial de les biocenosis d'invertebrats requeriria un mostreig més ampli que el que hem realitzat, però creiem que el material que oferim té, si més no, l'interès de presentar el problema i d'aportar unes primeres dades.

En la presentació dels resultats hem optat per agrupar les buines en les següents classes d'edat: d'1 dia, de 2 a 3 dies, de 6 a 10 dies, de 20 a 30 dies, i de 40 a 60 dies. Presentem els resultats separatament per adults i larves. Les categories taxonòmiques considerades són les següents: caràbids, hidrofilids, histèrids, estafilínids, escarabèids, altres coleòpters (buprèstids, escoltíds, ptilíds i curculiònids) i fauna edàfica (annèl·lids, aràcnids, miriàpodes, formícids, dermàpters i gasteròpodes).

Cal assenyalar que les captures realitzades pel mètode d'immersió s'ha considerat que pertanyen al microhàbitat que hem denominat massa.

En la Figura 5 hem representat el nombre mitjà, per buina, d'individus capturats en cada microhàbitat i classe d'edat. En aquesta figura no es menciona la crosta ja que no s'hi han realitzat captures. Això s'ha d'interpretar com una deficiència del mètode de mostreig, ja que aquesta zona és utilitzada com a via de penetració a la buina per hidrofilids, estafilínids, escarabèids i altres grups. La subcrosta és colonitzada inicialment, si bé no gaire intensament, i cap al final ja no s'hi troba res. La massa és intensament ocupada durant els 10 primers dies. És interessant assenyalar l'abundància de fauna present en la zona de contacte i el sòl durant els 3 primers dies.

En la Figura 6 es presenta la informació referent a l'ocupació de les diferents parts de la buina pels diversos grups taxonòmics considerats.

Una de les qüestions que cal destacar més és l'impacte que per al sòl té la caiguda de la buina, a causa de l'enterrament, des del primer dia, d'hidrofilids i, més tard, d'escarabèids i estafilínids. En enterrar-se, aquests animals airegen la capa superficial del sòl i la barregen amb partícules d'excrement. Els anèl·lids són atrets per les buines (Barley 1958, Holter 1977) i incrementen els efectes mencionats. A la zona de contacte, s'observa un efecte ecotò, amb una gran diversitat des del segon fins al desè dia. Alguns estafilínids hi van a menjar preses capturades en altres llocs, els histèrids –poc abundants– hi són força constants: els hidrofilids i escarabèids hi són abundants. La subcrosta és poc utilitzada més enllà del primer dia i mostra un predomini d'hidrofilids. Ha de considerar-se fonamentalment com una zona de pas i el lloc on els dípters realitzen la posta. S'observa un gradient de mesures en la distribució de les larves de dípter: les més petites són a prop de la subcrosta, les més grans més avall, a l'interior de la massa. La massa de la buina és la part més voluminosa i es desseca més lentament, per tant no ha d'estranyar que sigui el lloc on es concentra la major part de la fauna copròfaga.

Figura 6. Canvis en l'ocupació dels diversos microhàbitats pels diversos grups taxonòmics. Les figures a, b, c, d i e fan referència a formes adultes; mentre que f, g i h ho fan a formes larvàries. En els diagrames de barres de les parts superiors de les figures s'hi representa el nombre mitjà per buina d'individus adults capturats, repartits en les diverses categories taxonòmiques, i en els quatre pastissos de les parts inferiors, el percentatge amb què cada grup taxonòmic contribueix al total de la captura en cada un dels microhàbitats. Sota de cada pastís s'indica el nombre mitjà per buina d'individus capturats en el microhàbitat corresponent (car. = caràbids, hyd. = hidrofilids, his. = histèrids, sta. = estafilínids, sca. = escarabèids, elt. = elatèrids, al. col. = altres coleòpters, f. edaf. = fauna edàfica, s. = sòl. et. = zona de contacte, m. = massa, sc = subcrosta).

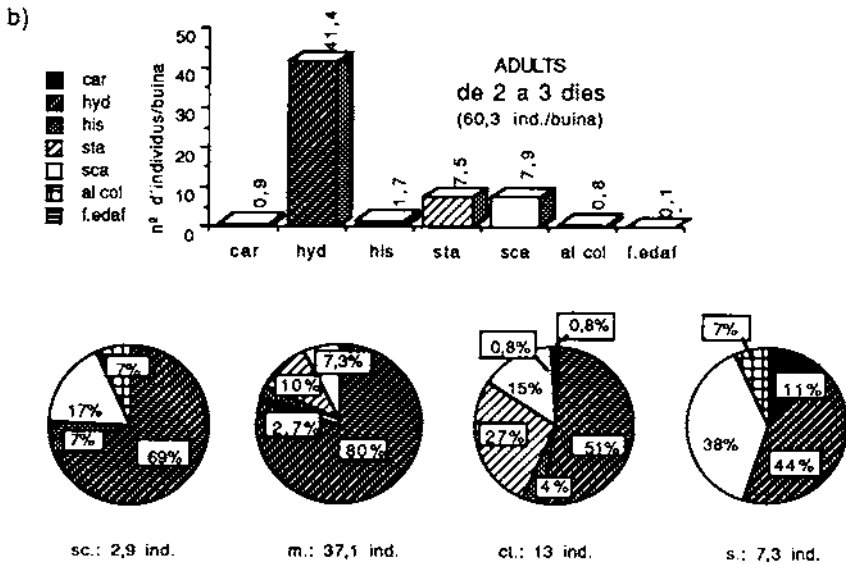
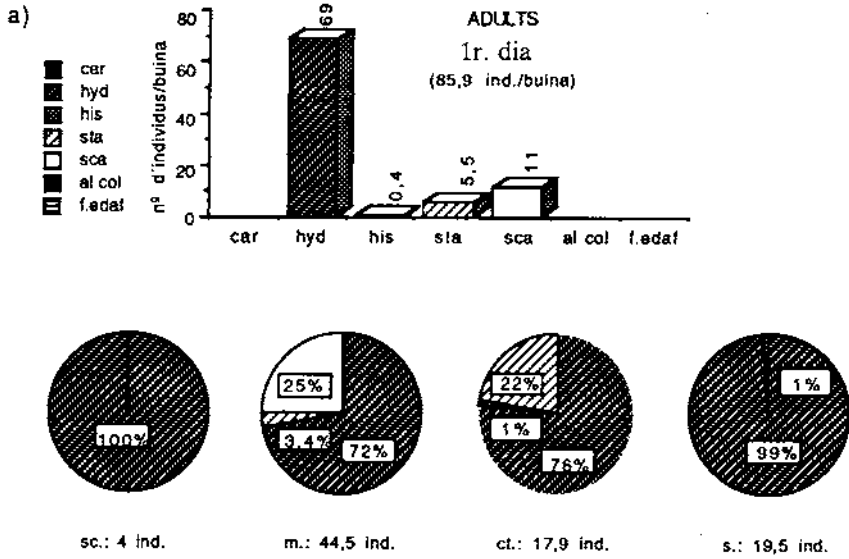
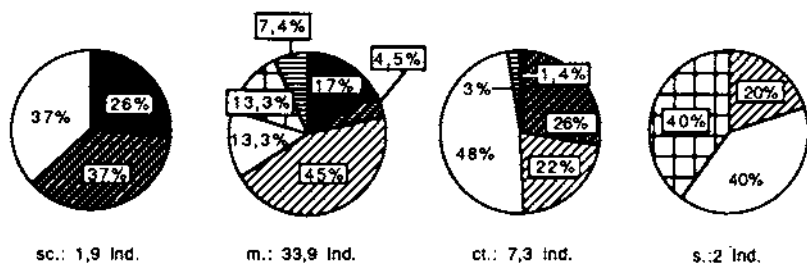
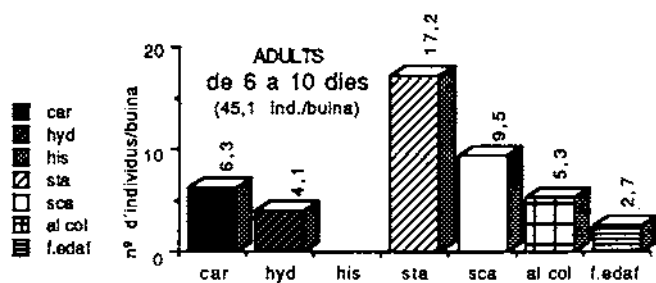


Figura 6 (continuació)

c)



d)

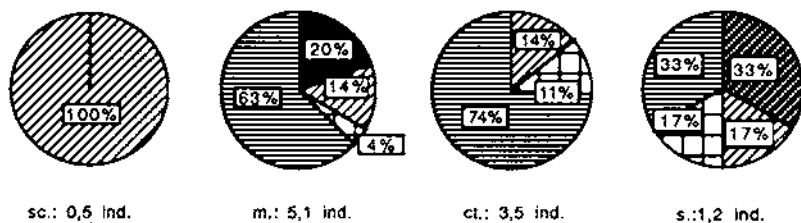
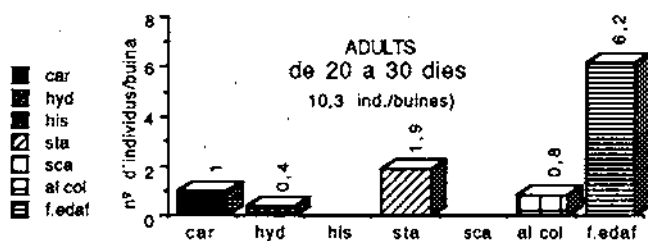
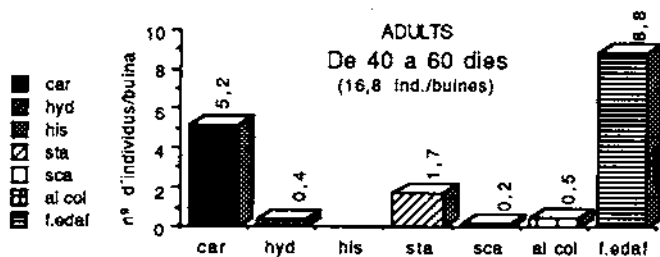


Figura 6 (continuació)

e)



sc.: 0 ind.



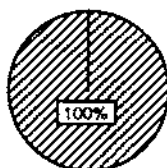
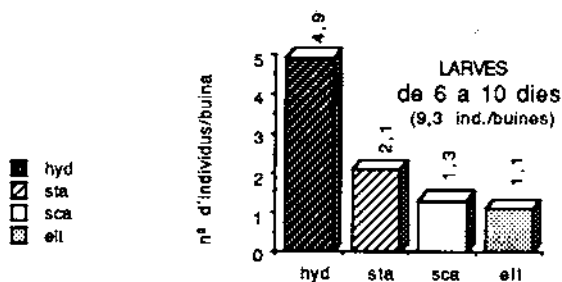
m.: 13.2 ind.



ct.: 1.4 ind.

s.: 2.2 ind

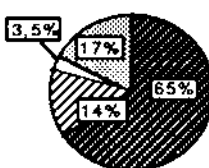
f)



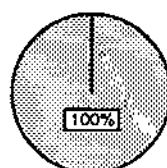
sc.: 0,7 ind.



m.: 5.2 ind.



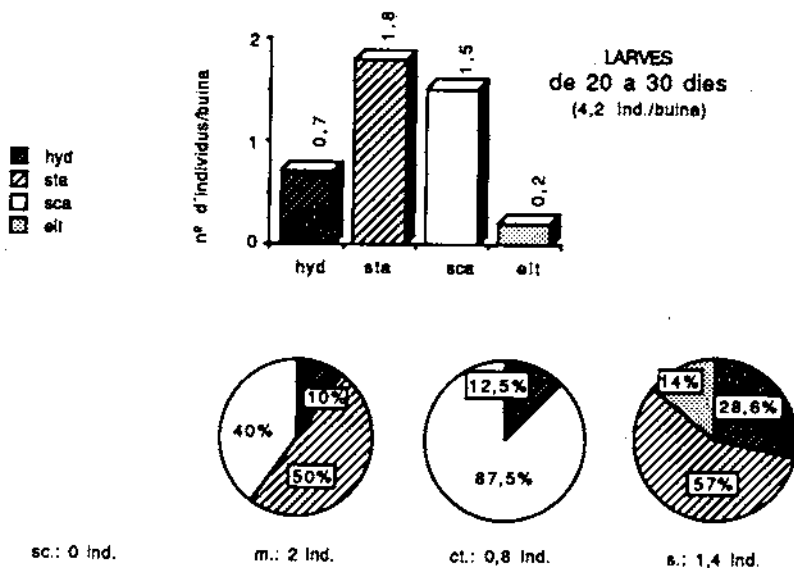
ct.: 2,8 ind.



s.: 0,6 ind.

Figura 6 (continuació)

g)



h)

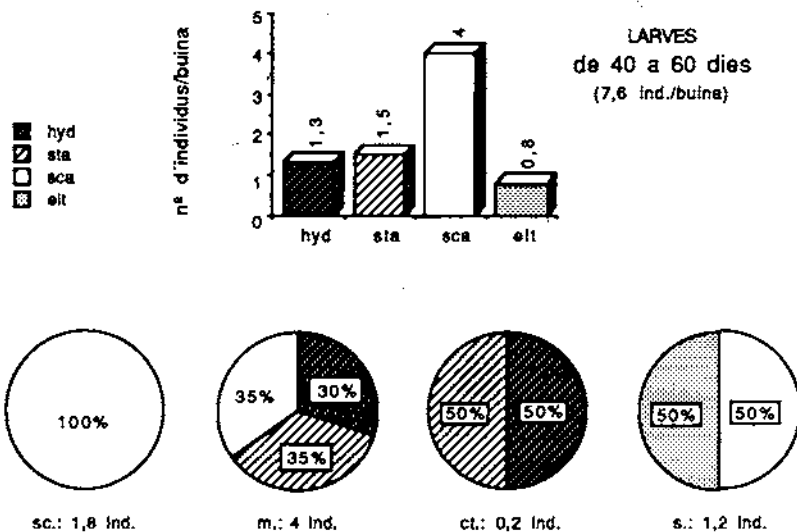


Figura 6 (continuació)



## Conclusions

Molts autors han dividit la successió de les buïnes en fases, Kessler & Balsbangh 1972, Koskela & Hanski 1977, Mhor 1943, Valiela 1974. La durada del període de mostreig, els grups estudiats, i els criteris utilitzats per definir aquestes fases no són coincidents. El criteri que nosaltres hem utilitzat per subdividir la successió en fases és el mateix en què es basaven Koskela & Hanski (1977): els règims alimentaris. Hem distingit tres fases:

a) Fase 1: Predomini dels copròfags adults. Comprèn els 3 primers dies. Des dels primers instants hi ha una forta invasió de dípters (més de 8 espècies) que mengen, copulen i ponen ous. Els *Sphaeridium bipustulatum* (hidrofílids), molt mòbils, apareixen en massa als pocs minuts. Mengen, copulen, ponen ous i excaven galeries en la buïna. Els factors que tendeixen a accelerar la formació de la crosta de la buïna (vent i insolació), o els que impedeixen el vol (vent, pluja i fred), redueixen la intensitat de la colonització inicial, i en conseqüència afecten fortament les etapes posteriors. Els escarabèids (bàsicament *Aphodius ater*, *A. aestivalis*, *Colobopterus erraticus* i *Geotrupes stercorarius*) arriben més tard i en nombre inferior. Els dípters atreuen l'atenció d'alguns depredadors (*Emus hirtus*, *Philonthus sp.*). En aquesta fase la diversitat és mínima i l'abundància d'individus, màxima.

b) Fase 2: Predomini de depredadors. Va des del dia quart fins al desè. Les larves de dípter, molt abundants (segons Koskela & Hanski 1977 poden trobar-se fins a 20 000 larves en una sola buïna), representen un important recurs alimentari que sustenta una gran varietat de depredadors. Les larves de *Sphaeridium bipustulatum*, depredadors força especialitzats a consumir larves de dípter (Hammer 1941 i Boving & Henriksen 1938), apareixen en primer lloc i probablement són uns importants controladors de les poblacions d'aquestes. Posteriorment adquireixen importància els estafilínids, més generalistes, primer en forma adulta i després en forma larvària. Els escarabèids adults (3 espècies d'*Aphodius* i 5 espècies de *Colobopterus*) són els coleòpters coprofàgs més característics d'aquesta fase. També apareixen noves espècies d'hidrofílids en forma adulta (*Cercyon sp.* i *Megasterum sp.*). Durant aquesta fase la diversitat i riquesa específica dels coleòpters és màxima.

c) Fase 3: Forta presència de larves d'escarabèids (copròfagues) i increment de la fauna edàfica. Del setzè dia endavant, apareixen les larves d'escarabèids, que es fan progressivament abundants. En els comentaris a la Figura 3 ja s'ha mencionat la seva presència fins al final del mostreig. Aquestes larves llauten un sistema de galeries que afecta tota la massa de la buïna i que sovint és tapissat pels micelis dels fongs. Això facilita el trànsit per la buïna d'espècies no minadores. En la zona de contacte de la buïna amb el sòl, s'hi concentren gran varietat d'espècies bàsicament edàfiques. Aquestes espècies busquen les condicions microclimàtiques favorables (la buïna reté la humitat i

manté una temperatura menys fluctuant que l'ambiental), l'aliment (plantes en germinació, fongs, cadàvers, exhúbies, microfauna, etc.), i una estructura prou diversa per refugiar-s'hi i criar-hi.

#### Agraïments

Aquest treball ha estat subvencionat pel Projecte Mobilitzador del C.S.I.C. d'estudis integrats per a la conservació i desenvolupament d'àrees específiques: utilització i conservació de recursos naturals de muntanya davant de l'evolució de la gestió ramadera. Volem donar les gràcies a tots els amics de l'Institut Pirenaico de Ecologia de Jaca pel suport que ens van donar durant el treball de camp. A Frederic Udina i Lluís Bibiloni, de l'Aula d'Informàtica de l'Escola de Mestres «Sant Cugat» de la UAB, per l'ajut en el tractament informàtic de les dades.

#### Bibliografia

- Barley, K.P. 1958. The influence of earthworms on soil fertility. I. Consumption of soil and organic matter by the earthworm *Allolobophora caliginosa* (Saavigny). Austr. J. Agric. Res. 10:179-185.
- Boving, A.G. & Henriksen, K.L. 1938. The development stages of the Danish Hydrophilidae. Vidensk Medd. Dansk Naturhist. Forening 102: 27-162.
- Elton, C.S. 1966. The Pattern of Animal Communities. Methuen London.
- Hafez, M. 1939. Some ecological observations on the insect fauna of dung. Bull. Soc. Found 1<sup>er</sup> Entomol. 23:242-387.
- Hammer, O. 1941. Biological and ecological investigations of flies associated with pasturing cattle and their excrements. Vidensk Medd. Naturhist. Foren. Kobenhavn 105: 141-393.
- Holter, P. 1977. An experiment on dung removal by *Aphodius* larvae (Scarabaeidae) and earthworms. Oikos 28: 130-136.
- Horn, H.S. & MacArthur, R.S. 1972. Competition among fugitive species in a harlequin environment. Ecology 53: 749-752.
- Kessler, H. & Balsbaugh, E.U. 1972. Succession of adult Coleoptera in bovine manure in east central South Dakota. Ann. Entomol. Soc. Amer. 65: 1333-1336.
- Koskela, H. & Hanski, I. 1977. Structure and succession in a beetle community inhabiting cow dung. Ann. Zool. Fennici 14: 204-223.
- Landin, B.O. 1957. Bladhörningar. Lamellicornia. Fam. Scarabaeidae. Svensk Insektafauna 46:1-155.
- Laurence, B.R. 1954. The larval inhabitants of cow pats. J. Anim. Ecol. 23: 234-260.
- Lumaret, J.P. 1975. Étude des conditions de ponte et de développement larvaire d'*Aphodius (Agrilinus) constants* Duft. (Coléoptère Scarabaeidae) dans la nature et au laboratoire. Vie et Milieu, 25 sér. C: 267-282.
- Margalef, R. 1974. Ecología. Omega. Barcelona.
- Merrit, R.W. 1976. A review of the food habits of the insect fauna inhabiting cattle droppings in north central California. The Pan-Pacific Entomologist 1: 13-22.
- Merrit, R.W. & Anderson, J.R. 1977. The effects of different pasture and rangeland ecosystems on the annual dynamics of insects in cattle droppings. Hilgardia 45:31-71.
- Mohr, C.O. 1943. Cattle droppings as ecological units. Ecol. Monogr. 13:275-298.
- Moore, I. 1954. An efficient method of collecting dung beetles. Pan-Pacific Entomologist 30:208.

- Valiela, I. 1969. The arthropod fauna of bovine dung in central New York and sources on its natural history. *J. New York Entomol. Soc.* 77:210-220.
- Valiela, I. 1974. Composition, food webs and population limitation in dung arthropod communities during invasion and succession. *Amer. Midl. Nat.* 92:370-385.
- Voisin, A. 1971. *Dinámica de los pastos*. Tecnos. Madrid.

*Manuscrit rebut l'abril de 1989.*

### Apèndix

Inventari faunístic. Es presenta primer l'inventari corresponent a les formes adultes i, en quadre a part, el corresponent a les formes larvàries. [*N. es*: Nombre d'espècies. (el signe + indica que el nombre d'espècies és una infraestima.); *R. al*: Règim alimentari, (Co: Copròfag, D: Depredador, DTR: Detritívor, O: Omnívor, Pa: Paràsit, S: Saprògaf, Al: Altres règims); *Estat*: Estat biològic, (A: adult, J: forma juvenil, la: larva, ni: ninfa, pu: pupa); %: Percentatge respecte al total de la captura; *Ab*: Abundància. (les classes d'abundància són les definides per les taules 3 i 4); *Microhàbitats*, (C: crosta, Sc: subcrosta, M: massa, Ct: zona de contacte, Sòl: sòl de 0 a 10 cm de profunditat, X: indica presència de l'espècie en el microhàbitat, \*: indica el microhàbitat preferit per l'espècie); *Interval*: Edat mínima i màxima de la buina en què apareix l'espècie; *E.m.ab*: Edats de la buina en què l'espècie assoleix la seva màxima abundància].

## ADULTS

T. Cl. Sc. O. So. F. Sf. Gesp.	N. es.	R. al.	Estat	%	Ab.	C.	Sc.	M.	Ct.	S.	Interval	E. m. ab.
<b>T. MOLLUSCA</b>												
Cl. Gasteropoda				0,7								
S.cl. Pulmonata												
O. Stylommatohora												
F. Limacidae	1	S?			R					X	22-23	
F. idet.	2						X			X	16	
<b>T. ANNELIDA</b>												
Cl. Oligochaeta												
F. Lumbricidae	2+	S?	a,j	2	E			X	X	*	16-60	40
<b>T. MIRIAPODA</b>												
Cl. Chilopoda				0,8	E							
O. Scolopendromorpha	2+	D	a		R			X	X		23-46	
Cl. Diplopoda		Dtr.										
O. Iuliformia	1		a		R				X	X	23-60	
O. Polydesmoidea	1		a		P				X		23	
<b>T. ARTHROPODA</b>												
Cl. Arachnida												
O. Arancida	2+	D	a	2,9	C			X	*	X	4-60	23-60
Cl. Insecta												
O. Dermaptera												
F. Labiidae	2	D,O	a	0,8	E	X		X	X		2-60	60
O. Hemiptera		AI,Pa		2,2								
Sub. O. Homoptera	1		a		P			X			60	
Sub. O. Heteroptera	5-7		a,ni		C				X		3-60	30
O. Coleoptera	52				MA							
F. Carabidae	8	D	a		A							
Amara sp.			a	0,3	R				X	X	2	

T. Cl. Sc. O. So. F. Sf. Gesp.	N. es.	R. al.	Estat	%	Ab.	C.	Sc.	M.	Ct.	S.	Interval	E. m. ab.
Calathus melanocephalus			a	0,3	R				X		6-60	
Feronia nigrita			a	0,1	P				X		3	
Indeterminats	5		a	5,4	A		X	X	X		3-60	8
F. Hydrophilidae	4	Co			MA							
Sphaeridium bipustulatum			a	41,4	MA	X	X	X	X	X	1-60	1-3
S. lunatum			a	0,1	P				X		10-11	
Cercyon sp.			a	0,5	R			X			4-7	
Megasternum sp.			a	0,7	R			X			3-10	
F. Histeridae	1											
Hister unicolor		D	a	1,1	E		X	X	*		1-11	2-3
F. Ptilidae	1											
Nephanes sp.		Dtr	a	0,7	E			X		X	7-8	
Apioderus sp.		Co	a	1	E			X	X		30-32	
Plathistethus sp.		Co	a	0,5	R			X		X	6-7	
Sub. F. Paederinae												
Lithocharis sp.		D	a	0,1	P			X			3	
Sub. F. Staphylininae												
Emus hirtus		D	a	0,1	P	X					1	
Othius sp.		D	a	0,8	R				X		8-11	
Philonthus sp.		D	a	8,1	A	X	X	X	*	X	1-60	3-8
Sub. F. Tachyporinae												
Tachinus		D?	a	1,9	R			X	X		1-11	1
Sub. F. Aleocharinae			a	6,9	A			X	X		1-30	8-10
altres gèneres												
Anotylus			a	1	E			X	X		2-10	8
Gabrius		D	a	0,1	P		X				3	
Leptacinus		D	a	0,1	P				X		8	
Indeterminats	7+		a	3	C			X	X		2-11	
F. Geotrupidae												
Geotrupes stercorarius		Co	a	0,2	E			X	X		2-4	

T. Cl. Sc. O. So. F. Sf. Gesp.	N. es.	R. al.	Estat	%	Ab.	C.	Sc.	M.	Ct.	S.	Interval	E. m. ab.
F. Scarabaeidae	9	Co			A							
Aphodius aestivalis			a	3,42	C				X	*	2-8	8
A. rufipes			a	0,9	E			X	X	X	2-10	
A. ater			a	1,9	E			X			1-2	
Colobopterus erraticus			a	2,3	C		X	X	X	X	1-8	4
C. fossor			a	0,4	R			X	X	X	3-8	
C. scrutator			a	0,1	P			X			16	
Colobopterus sp.	3		a	1,5	E		X	X	*	X	2-46	8
F. Buprestidae	1-2	Al	a	0,6	R				X	X	8	
F. Curculionidae	3+	Al	a	1,3	E				*	X	2-60	8
Sub. F. Scolytinae	1	Al	a	0,8	E				*	X	7-23	
Indeterminats	2		a	0,1	R			X	X		23-60	
O. Hymenoptera	7+	Pa,O	a		C							
F. Cynipidae												
Sub. F. Eucolinae	1	PA	a	0,8	R		X	X			7-60	8
F. Pteromalidae	1	PA	a	0,7	R			X			8-60	
F. Formicidae	2+	O	a	1,1	E			X	X	X	3-46	
Indeterminats	3		a	0,3	R		X				3-6	

## LARVES

T. Cl. Sc. O. So. F. Sf. G. esp.	N. es.	R. al.	Estat	%	Ab.	C.	Sc.	M.	Ct.	S.	Interval	E. m. ab.
O. Coleoptera												
F. Hydrophilidae												
Sphaeridium bipustulatum		D,Co	la	49	MA		X	X	*	X	3-60	7-10
F. Staphilinidae	?	D,Pa	la	21,6	C		X	X			6-46	16
F. Geotrupidae												
Geotrupes stercorarius			pu	0,6	R				X		60	
F. Scarabaeidae												
Aphodius sp.			la	24	C		X	X	X	X	16-60	30-60
F. Elateridae	1	Al	la	7,5	E			X	*	6-60		