

## DATOS SOBRE LA VARIABILIDAD DE ALGUNOS PARÁMETROS ECOLÓGICOS EN CUATRO COMUNIDADES NITRÓFILAS BARCELONESAS

J. CORTINA, T. SEBASTIÀ, I. SORIANO, P. CASALS,  
J.M. ÁLVAREZ de la CAMPA & V.R. VALLEJO<sup>1</sup>

### ABSTRACT

Data on the variability of some ecological parameters in four nitrophilous communities of Barcelona.

Four ruderal communities around Barcelona (*Chenopodietum muralis*, *Silybo-Urticetum*, *Carduo-Hordeetum* and *Inulo-Oryzopsietum*) are examined from a phytocoenological and pedological point of view. This includes floristic inventories (Braun-Blanquet method), evaluation of different plant families, phytogeographical distribution and biological forms and analysis of physico-chemical soil properties, paying especial attention to the mineral forms of nitrogen.

Results show remarkable variability in habitat and floristic composition. Low accumulations of N mineral forms seem to contradict nitrophilic hypothesis for these ruderal communities.

### RESUMEN

Se estudian cuatro comunidades ruderales de los alrededores de Barcelona (*Chenopodietum muralis*, *Silybo-Urticetum*, *Carduo-Hordeetum* e *Inulo-Oryzopsietum*) desde una perspectiva fitosociológica (inventarios florísticos, espectros de familias, distribución fitogeográfica y formas vitales) y edafológica (análisis de parámetros físico-químicos del suelo, con especial énfasis en las formas minerales de nitrógeno).

Los resultados ponen de manifiesto la variabilidad de hábitats y composición florística de estas comunidades. Por otra parte, las bajas acumulaciones de diferentes formas de N mineral no parecen confirmar su pretendida nitrofilia.

### Introducción

Dentro del concepto amplio de ambientes perturbados por la actividad antrópica, los medios urbanos y periurbanos constituyen hábitats diferenciados en relación a la vida vegetal (SUKOPP & WERNER, 1983); la variabilidad de composición que presentan, y la consiguiente dificultad de tipificación, probablemente sea la causa de la

1. Departament de Biologia Vegetal. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona. Av. Diagonal 645. 08028 BARCELONA.

escasa bibliografía sobre ellos existente. Una de las características consideradas desde antiguo como definidora diferencial de los medios ruderales es una mayor disponibilidad de nitrógeno, de donde se acuñó el término de comunidades (y plantas) nitrófilas. Más recientemente, KUNICK (1982) compara las condiciones ecológicas requeridas por un gran número de especies espontáneas en nueve ciudades centroeuropeas, concluyendo que se muestra una débil tendencia hacia una demanda de nitrógeno relativamente alta; sin embargo, BRANDSHAW y CHADWICK (1980) consideran, de manera genérica, que los suelos de los descampados urbanos son deficitarios en nitrógeno, añadiendo como factores relevantes la compactación y los pH a menudo básicos. En el mismo sentido, RICE et al. (1960) y TILMAN (1986) relacionan la presencia de determinadas especies durante la sucesión secundaria con la capacidad de desarrollo en condiciones de bajos niveles de nitrógeno en el suelo.

En el presente trabajo se aborda la caracterización sintaxonómica de cuatro comunidades ruderales y su relación con parámetros del suelo supuestos relevantes respecto al desarrollo de las plantas, prestándole especial atención a la disponibilidad de nitrógeno.

## Método de trabajo

El estudio sobre algunos parámetros ecológicos que caracterizan comunidades ruderales, se ha realizado tomando como base cuatro asociaciones: *Chenopodietum muralis* Br.-Bl. et Marie 1924, *Silybo-Urticetum* Br.-Bl. (1931) 1936 em 1952, *Carduo-Hordeetum leporini* Br.-Bl. (1931) 1936, *Inulo-Oryzopsietum miliaceae* (A. et O. de Bolòs) O. de Bolòs 1957. Dichas comunidades fueron escogidas porque están relativamente bien caracterizadas (O. DE BOLÒS, 1962), su composición florística es diferente al menos en parte, no parecen vivir en las mismas condiciones ecológicas, y son bastante comunes en los alrededores de Barcelona.

Durante la segunda mitad de mayo y comienzos de junio, coincidiendo con la máxima actividad primaveral de la vegetación, se efectuó un muestreo generalizado de veintidós localidades situadas en los alrededores de Barcelona (Figura 1), en las que previamente se había creído reconocer las comunidades antes citadas. En cada localidad se realizó un inventario fitocenológico, anotando el estado fenológico de las especies encontradas. Paralelamente, se tomaron dos muestras de suelo a 0-15 cm de profundidad, coincidiendo con la máxima abundancia de raíces, y dos submuestras de 100 cc de volumen, a fin de calcular la densidad aparente y el porcentaje de humedad por pérdida de peso a 100 grados centígrados. También se anotaron las características fisiográficas y edáficas que más resaltaban.

Para cada muestra de suelo se realizaron los análisis que se enumeran a continuación. 1) Granulometría, mediante el método de la pipeta, siguiendo las indicaciones de DUPUIS (1969), considerando las siguientes fracciones: arena gruesa (2 - 0,2 mm), arena fina (0,2 - 0,05 mm), limo grueso (0,05 - 0,02 mm), limo fino (0,02 - 0,002 mm) y arcilla (inferior a 0,002 mm). 2) Conductividad eléctrica en extracto de pasta saturada a 25° C. 3) pH, según lectura mediante electrodo de vidrio en solución acuosa, con proporción suelo-agua de 1:2,5 (p:v). 4) Cantidad total de carbonatos, siguiendo el método del calcímetro (ALLISON & MOODIE, 1965). 5) Porcentajes totales de nitrógeno y carbono, por medio del analizador elemental (CNS, CARLO ERBA). 6) Porcentajes de nitrógeno amoniacal, a partir de una extracción 1:5 (p:v) con KCl, y lectura con electrodo selectivo. Y por último, 7) Concentraciones de los aniones cloruro, nitrato, nitrito, sulfato y bromuro empleando cromatografía iónica.

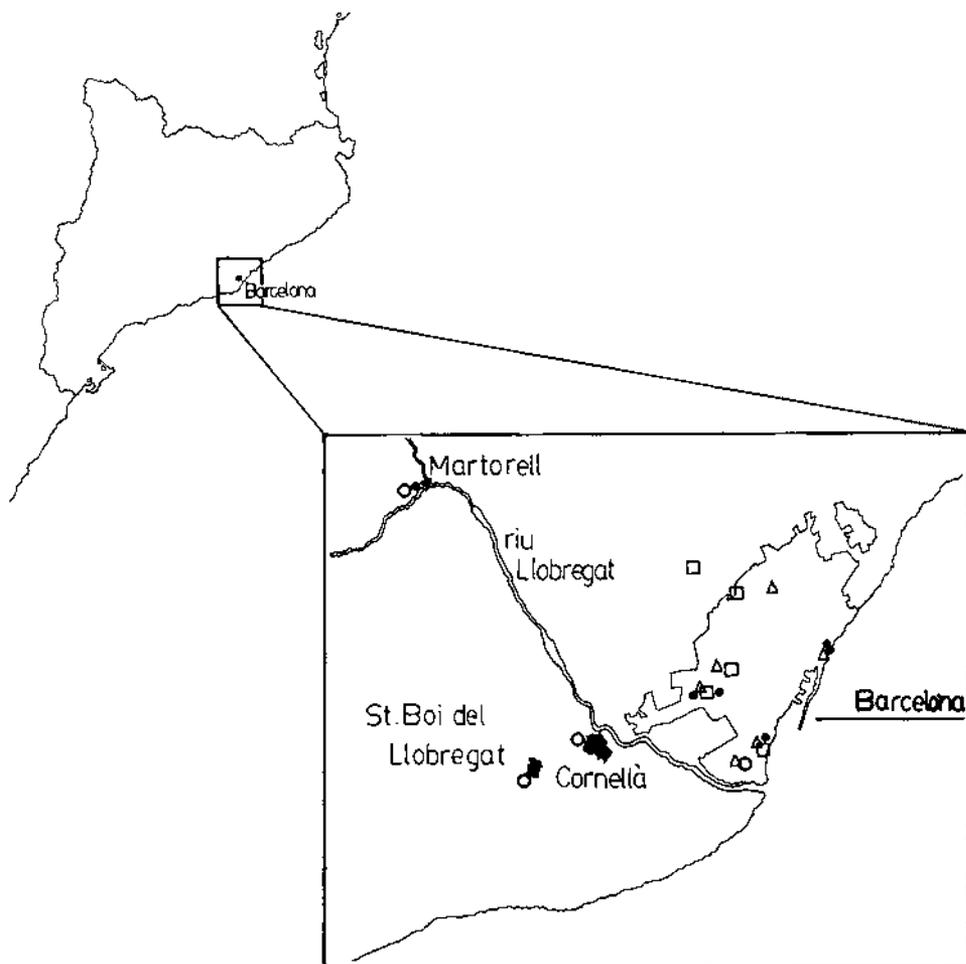


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo en los alrededores de Barcelona y dentro de Cataluña.

*Situation of the sampled stations around Barcelona and in Catalonia.*

### Encuadre fitosociológico

Tradicionalmente, la presencia de las cuatro comunidades tratadas ha sido interpretada en función de tres factores principales de variación: aporte de desechos orgánicos –asimilado a nitrofilia–, grado de humedad del suelo, y grado de compactación del mismo –ligado al factor influencia viaria– (BRAUN-BLANQUET, 1953; A. & O. BOLÓS, 1950; O. BOLÓS, 1962). En base a estos supuestos, podría establecerse un gradiente en la base del cual se hallarían los herbazales del *Chenopodietum muralis*, máximos exponentes de las condiciones de perturbación y nitrofilia. Posteriormente aparecerían, a medida que el medio se fuese estabilizando, el *Carduo-Hordeetum* (céspedes de suelos secos más o menos pisoteados) o el *Silybo-Urticetum* (cardazales de suelos profundos, algo húmedos, con poca presión humana); culminaría la serie, en zonas periurbanas no sometidas a alteraciones recientes, el *Inulo-Oryzopsietum*, que representaría ya un tránsito entre la vegetación ruderal y la natural (tabla 1).

TABLA 1. CARACTERIZACION FITOSOCIOLOGICA DE LAS COMUNIDADES ESTUDIADAS

	Chenopodietum muralis						Silybo-Urticetum				Carduo-Hordeetum					Inula-Oryzopsietum						
Inventario número	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Altitud (m.s.m.)	0	0	50	10	50	50	0	20	20	50	0	100	10	150	100	100	50	10	150	100	50	.
Exposición	.	.	.	W	SE	S	.	.	.	NE	.	.	SE	.	S	.	NW	.	.	.	SE	
Inclinación (gr.)	0	0	0	5	2	2	0	0	0	3	22	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	10
Cobertura (%)	80	70	70	100	100	98	100	100	90	100	85	100	90	100	90	100	100	100	100	100	90	70
Superf. estudiada (m2)	20	25	25	30	10	20	..	70	35	40	10	10	20	15	..	10	08	40	50	25	30	40

Características de Chenopodietum muralis

Sisymbrium irio	2.2	2.2	3.2	3.2	1.2	1.2	.	+	.	.	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Lavatera cretica	1.2	1.2	.	3.3	.	.	+	.	.	.	+2.	1.1	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
Atriplex tatarica	+	.	.	5.5	5.4	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.
Coryza bonariensis	+	1.1	.	+2.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Malva parviflora	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Xanthium spinosum	2.2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chenopodium murale	.	.	+	4.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Amaranthus deflexus	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chenopodium ambrosioides	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chenopodium vulvaria	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Urtica urens	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Características de Silybo-Urticetum

Galium aparine	+	+	.	.	1.2	.	+	.	+	2.2	1.3	.	.	.	2.2	.	+	1.2	.	.	.
Carduus tenuiflorus	.	.	+	.	.	.	2.2	2.3	2.1	1.1	.	+	+	2.1	+	.	+	.	.	.	.
Cirsium vulgare	.	.	.	+	.	.	.	1.2	+2.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Silybum marianum	.	.	.	.	.	.	5.4	5.4	5.5	5.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Artemisia verlotiorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	1.3	.	.	.	2.1	.	.	.	.	.	.
Onopordon acanthium	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bellota nigra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Características de Hordeion leporini

Hordeum leporinum	+	+	+2	+2	1.1	+	.	1.2	+	2.2	5.5	4.4	5.5	5.5	4.3	5.5	5.5	+	1.1	.	+2	.
Bromus rigidus	.	1.2	.	1.2	2.2	.	2.1	3.2	+	2.2	.	+	2.3	2.2	.	2.3	+	1.2	.	.	.	+
Cardaria draba	.	.	.	+2	1.2	.	1.1	.	.	+	.	.	2.2	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.
Cynodon dactylon	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	1.2	2.2	.	2.2	.	.	.	.	.	+	.	+	.
Malva sylvestris	+2	+	.	.	.	1.2	.	+	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anacyclus clavatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2.3	.	.	.	.	.	.	.
Chrysanthemum coronarium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Lophochla cristata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Lepidium graminifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.
Rumex pulcher	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Características de Bromo-Oryzopsis miliaceae y Brometalia rubenti-tectori

Piptatherum miliaceum	+	2.2	1.2	1.2	+	1.2	1.1	.	.	+	.	.	.	+	1.2	1.2	4.3	5.4	3.3	3.2	1.2	
Avena barbata	.	+	.	+	.	+	.	+2.	.	.	+2.	.	.	4.3	.	+	2.2	2.1	2.2	+2	+	
Galactites tomentosa	.	.	.	+	.	.	2.2	1.1	.	.	.	+	+	.	2.2	.	.	+	+	1.1	.	
Inula viscosa	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	3.2	3.4	4.4	4.4	4.3
Avena sterilis	.	.	.	.	+	.	2.3	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	1.1	.	.	.	.
Bromus madritensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2.2	.	.	2.2	2.2	.	+
Lobularia maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.2	+	+
Bromus hordeaceus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	1.2	.	.
Bromus rubens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.1



Inventario número	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Crepis vesicaria</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	
<i>Desmazeria rigida</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1	1.3
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1.2	+2	.	+
<i>Parietaria judaica</i>	.	.	2.3	+	+2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pedralea bituminosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+ 2.2
<i>Silene sp.</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+2
<i>Dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2
<i>Hyparrhenia hirta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+2
<i>Picris hieracioides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scabiosa maritima</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Borago officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium distachyon</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium glomeratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+
<i>Chenomilla recutita</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erodium malacoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Funaria hygrometrica</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus articulatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.
<i>Lotus ornatipodiceoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+2
<i>Dhoni natrix</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2
<i>Picris sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago afra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Sedum sedifforme</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2
<i>Sherardia arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Taraxacum parthenium</i>	2.2	3.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia sativa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

PROCEDENCIA DE LOS INVENTARIOS. COORDENADAS UTM.

- |   |  |
|---|--|
| 1.- Barcelona, Poble Nou. DF38.           | 12.- Barcelona, montaña de Montjuic. DF28. |
| 2.- Barcelona, Poble Nou. DF28.           | 13.- Barcelona, Zona Franca. DF27.         |
| 3.- Martorell, junto al río Anoya. DF19.  | 14.- Barcelona, Pedralbes. DF 28.          |
| 4.- Barcelona, estadio de Montjuic. DF27. | 15.- Barcelona, hacia Santes Creus. DF38.  |
| 5.- Barcelona, Pedralbes. DF18.           | 16.- Barcelona, hacia Horta. DF38.         |
| 6.- Barcelona, Zona Universitaria. DF28.  | 17.- Barcelona: Pedralbes. DF28.           |
| 7.- Barcelona, Zona Franca. DF27.         | 18.- Barcelona, montaña de Montjuic. DF27. |
| 8.- Sant Boi de Llobregat. DF27.          | 19.- Barcelona: Ja Bonanova. DF28.         |
| 9.- Cornellà de Llobregat. DF27.          | 20.- Barcelona, Vall d'Hebron. DF28.       |
| 10.- Martorell, junto al río Anoya. DF19. | 21.- Barcelona, Zona Universitaria. DF28.  |
| 11.- Barcelona, Poble Nou. DF38.          | 22.- Barcelona, serra de Collserola. DF28. |

ESPECIES ACOMPAÑANTES PRESENTES EN UN SOLO INVENTARIO

*Arenaria leptoclados* (1.1; 19), *Artemisia campestris* (2.3; 22), *Arundo donax* (7), *Bilderdyckia convolvulus* (3), *Brachypodium retusum* (22), *Bromus sp.* (5), *Calendula arvensis* (9), *Centaurea calcitrapa* (9), *Chaenorhium minus* (3), *Chenocrilla juncea* (22), *Cleome vitalba* (14), *Coronopus didymus* (5), *Crepis sancta* (2), *Erucastrum nasturtifolium* (3), *Euphorbia segetalis* (19), *Euphorbia serrata* (20), *Filago germanica* (22), *Galium parisiense* (19), *Geranium sp.* (18), *Helianthus stoechas* (3.3; 22), *Hordeum vulgare* (5), *Ipomoea violacea* (14), *Lamium amplexicaule* (3), *Linum strictum* (1.1; 22), *Medicago nigra* (14), *Medicago lupulina* (3), *Medicago minima* (21), *Melica magnolii* (22), *Oxalis sp.* (19), *Polygonum spicosa* (22), *Papaver rhoeas* (3), *Phagnalon saxatile* (22), *Plantago major* (3), *Plantago coronopus* (13), *Poa pratensis* (10), *Potentilla reptans* (17), *Reichardia picroides* (22), *Salvia clandestina* (12), *Sanguisorba magnolii* (1.2; 19), *Sideritis hirsuta* (12), *Spergularia bocconi* (3), *Taraxacum officinale* (12), *Trifolium campestre* (1), *Trifolium pratense* (8), *Triticum aestivum* (15), *Urospermum dalechapii* (20), *Urtica membranacea* (11), *Verbascum sp.* (18), *Veronica heciferifolia* (3), *Veronica persica* (8), *Vicia benghalensis* (2), *Xanthium italicum* (3).

La asociación *Chenopodietum muralis* resulta ser la más heterogénea de las cuatro comunidades consideradas, tanto en lo que se refiere a composición como a fisionomía. Si bien es patente la existencia de un fondo florístico común, no es observable en cambio la presencia de una combinación constante de especies dominantes, hecho que sí se da en el resto de comunidades. Por otra parte, son frecuentes las especies que podríamos considerar accidentales, y el porcentaje de cobertura varía sensiblemente de una a otra parcela. Cabría atribuir tal variabilidad principalmente al alto grado de perturbación de los ambientes que habita (vertederos, derrubios, tierras removidas); la desestabilización y destrucción de la vegetación preexistente da pie a la ocupación de tales ambientes por parte de especies preferentemente pioneras, en la presencia, ausencia y abundancia de las cuales juega un importante papel el azar. Es igualmente digna de tener en cuenta, en cuanto factor generador de variabilidad, la existencia en la comunidad de plantas con óptimos estacionales distintos —primaveral y otoñal, especialmente— y, por tanto, la posible existencia de facies cambiantes a lo largo del año.

Mucho mejor definida aparece la asociación *Silybo-Urticetum*, un cardazal de óptimo primaveral propio más bien de áreas periurbanas no muy alteradas, que a menudo conservan una cierta actividad de tipo agrícola. Tanto en nuestros inventarios como en la bibliografía, se nos presenta con una estructura y una composición muy constantes. *Silybum marianum* y *Carduus tenuiflorus*, las dos especies dominantes, constituyen densas masas, lo cual dificulta la instalación de otras plantas durante la época de plenitud y limita, por lo tanto, la riqueza de los inventarios.

Los céspedes de la alianza *Hordeion leporini*, por su parte, suelen ir ligados a ambientes medianamente antropizados, sometidos especialmente a procesos de compactación del suelo (orillas de caminos, solares). Como en el *Silybo-Urticetum*, están formados mayoritariamente por terófitos de óptimo primaveral, aunque en este caso las especies dominantes pertenecen a la familia de las gramíneas y suelen disponer de fuertes anclajes y sistemas de multiplicación vegetativa. Menos abundantes suelen presentarse también otras especies de aptencias manifiestamente ruderales, que hallábamos igualmente en el *Chenopodietum muralis* y, ocasionalmente, alguna planta de ambientes no antropizados.

Si bien la pertenencia de nuestras poblaciones al *Hordeion* no ofrece duda alguna, resulta bastante más problemática su tipificación a nivel de asociación. En nuestro caso, se ha optado por asignarlos a la asociación *Carduo-Hordeetum leporini*, siguiendo el criterio de O. Bolòs (1962), que incluye en la subasociación *brometosum gussonei* de este sintaxon las comunidades del *Hordeioin* con abundancia de *Bromus rigidus* subsp. *gussonei*, pese a la ausencia casi total de plantas características de la asociación típica. Por otra parte, la no presencia de táxones marcadamente termófilos y mediterráneos impide referirlos al *Asphodelo-Hordeetum*, que el citado autor considera la asociación más común en la comarca de Barcelona (el *Carduo-Hordeetum*, por su parte, quedaría acantonado en los puntos más frescos). La relativa facilidad con que se han localizado nuestras parcelas induce a pensar, sin embargo, que tal comunidad debe ser bastante común en la comarca.

Descrita inicialmente de la zona objeto de este estudio (O. Bolòs, 1962), la asociación *Inulo-Oryzopsietum miliaceae* se situaría entre la vegetación típicamente ruderal (en la que se incluirían las tres comunidades precedentes) y la vegetación mediterránea poco antropizada. Ciertas clasificaciones fitocenológicas hacen hincapié en este matiz, al asignarla al orden *Thero-Brometalia*, a diferencia de las tres restantes, que se suelen incluir en *Chenopodietalia*.

La vegetación, en este caso, queda configurada como un herbazal más o menos denso de *Piptatherum miliaceum* y, en menor proporción, *Avena barbata* e *Inula viscosa*; en los claros prosperan, en diversas proporciones, especies con tendencias ruderales junto con terófitos propios más bien de los céspedes mediterráneos. La con-

currencia de ambos grupos de plantas confiere a la comunidad una considerable riqueza en comparación con las anteriores. Por lo demás, los inventarios se ajustan básicamente a los de las variantes más ruderalizadas de la bibliografía (variante de *Alyssum maritimum*, O. BOLLOS, 1962).

### El componente biológico

El cálculo de porcentajes de familias a las que pertenecen las especies de las distintas comunidades (véase figura 2A) sitúa en primer lugar a las compuestas en todos los casos, seguidas de las gramíneas; otras familias bien representadas son las crucíferas, las quenopodiáceas (excepto en el *Inulo-Oryzopsietum*), y las umbelíferas (excepto en el *Chenopodietum muralis*). Por otra parte, es esta última comunidad la que tiene un mayor número de familias representadas.

Las familias dominantes en las comunidades estudiadas presentan unos rasgos fundamentales comunes. Se trata, en general, de grupos muy diversificados, formados sobre todo por plantas herbáceas, la mayoría exclusivas, y que han alcanzado un gran éxito evolutivo. Muchos de sus componentes están especializados en la ocupación de medios alterados; estas plantas ocuparían naturalmente en muchos casos hábitats sometidos a frecuentes procesos de alteración (OSMOND & al., 1980; BAKER, 1974; SILANDER & ANTONOVICS, 1982), gracias a lo cual estarían preadaptadas a las condiciones cambiantes de las zonas próximas a las habitaciones humanas. El incremento de estas últimas áreas, asociado a la expansión de la especie humana y las posibilidades de dispersión que ésta les ofrece, ha facilitado su expansión a partir de unos hábitats iniciales relativamente limitados.

Ello justificaría asimismo la amplitud de las áreas de distribución de estas plantas y, por consiguiente, los espectros de distribución fitogeográfica de las comunidades ruderales. Nuestros resultados sobre el particular, representados en la figura 2B, muestran en todas las comunidades el dominio de las plantas cosmopolitas, subcosmopolitas y plurirregionales. Para el *Chenopodietum muralis*, por ejemplo, la suma de estos grupos representa casi la mitad del total, porcentaje que se incrementa apreciablemente si se le agregan las especies alóctonas, cuyo máximo se halla así mismo en esta comunidad. Ello es lógico si se tiene en cuenta que los lugares más alterados, donde la densidad de la vegetación es baja debido a la inestabilidad del medio, proporcionan un refugio para el crecimiento de plantas extrañas, que en la mayoría de los casos difícilmente soportarían la competencia con las especies nativas y mucho menos llegarían a desplazarlas.

En el extremo contrario se hallaría el *Inulo-Oryzopsietum*, la comunidad con un porcentaje mayor de especies mediterráneas, y cuyo espectro presenta una similitud más elevada con los de las comunidades de lugares abiertos no fuertemente alterados del país (MOLINIER & MÜLLER, 1934). Ello concordaría con la posición avanzada en la sucesión y, por tanto, con la mayor estabilidad que se le suele atribuir.

En cuanto a los espectros de formas biológicas (véase figura 2C), se aprecia un dominio en todos los casos de los terófitos, seguidos de los hemicriptófitos, a bastante distancia.

Los terófitos forman un grupo de plantas propio sobre todo de regiones cálidas como la estudiada, ligado en general a comunidades pioneras y ruderales (SUKOPP & WERNER, 1983) y lugares abiertos (DAGET, 1980), es decir, a zonas con alta perturbación y baja competencia y stress. Corresponderían, por tanto, a las típicas plantas ruderales de las primeras fases de la sucesión en la clasificación de GRIME (1978, 1979). Estos vegetales, y muy especialmente los terófitos, presentarían una estrategia de vida de ciclo corto especialmente adaptada a la explotación de medios favorables al crecimiento vegetal intermitente, y serían capaces de instalarse en gran canti-

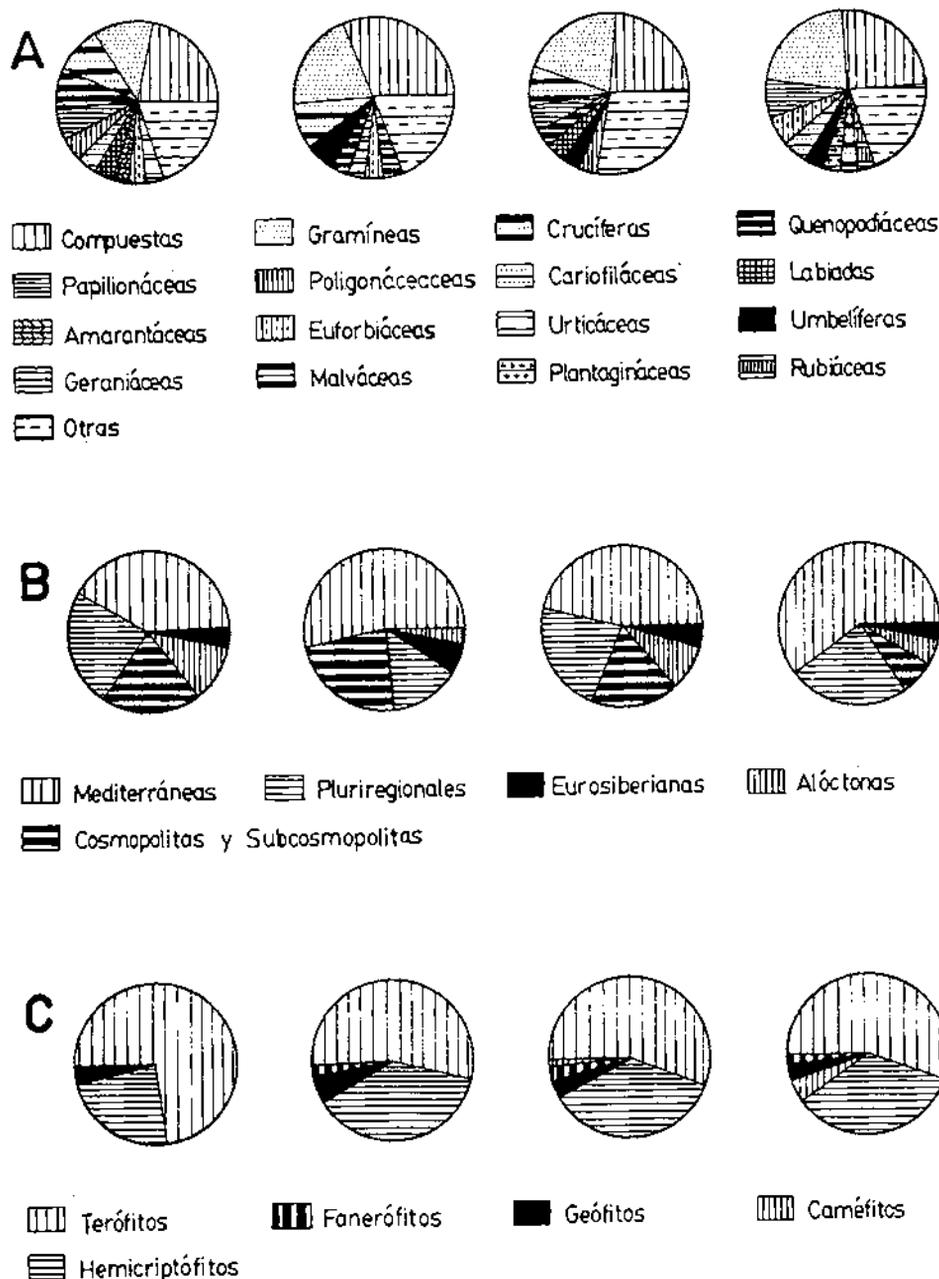


Figura 2. A. Espectros de familias para las cuatro comunidades estudiadas. B. Espectros de áreas de distribución fitogeográfica. C. Espectros de formas vitales. De izquierda a derecha, *Chenopodium murale*, *Silybo-Urticetum*, *Carduo-Hordeetum* e *Inulo-Oryzopsietum*.

A. Family spectra for the four studied communities. B. Phylogeographical distribution spectra. C. Biological growth form spectra. Left to right, *Chenopodium murale*, *Silybo-Urticetum*, *Carduo-Hordeetum* and *Inulo-Oryzopsietum*.

dad de hábitats diferentes en cuanto a condiciones de humedad del suelo (PICKETT & BAZZAZ, 1976; 1978), nivel de nutrientes (PARRISH & BAZZAZ, 1982a), etc.

Como contrapartida de su extraordinaria capacidad de colonización, estas especies pioneras presentarían un bajo nivel de competitividad interespecífica (PARRISH & BAZZAZ, 1982b; WILSON & KEDDY, 1986) y por ello son fácilmente desplazadas por otras especies más especializadas, capaces de aprovechar mejor los recursos de un medio más estable. A menudo este fenómeno implica la implantación progresiva de otros tipos biológicos distintos, lo cual se insinúa ya en el *Inulo-Oryzopsietum*, que presenta un porcentaje de caméfitos sensiblemente superior al resto de las comunidades tratadas, lo cual vendría a reforzar la hipótesis de su mayor estabilidad respecto a aquéllas.

### El componente edáfico

Las diferentes localidades estudiadas presentan sustratos de la más variada composición, predominando aquéllos cuyo origen está de alguna manera relacionado con la actividad humana: escombros, montículos de tierra, etc. A continuación se comentan los resultados obtenidos en los diferentes análisis edáficos realizados, así como su relación con las cuatro comunidades vegetales tratadas.

Se han observado porcentajes de gravas muy diferentes para el conjunto de localidades y ninguna relación entre las diversas localidades de una misma comunidad. En relación con esta fracción granulométrica cabe destacar la presencia de abundantes gravas de origen antrópico, como yeso, ladrillos, cemento, asfalto, madera, tela, plásticos, etc.

Los valores de textura, en general bajos en arcilla (ver figura 3), muestran, sin embargo, una gran variabilidad para el conjunto de localidades asignadas a cada una de las comunidades.

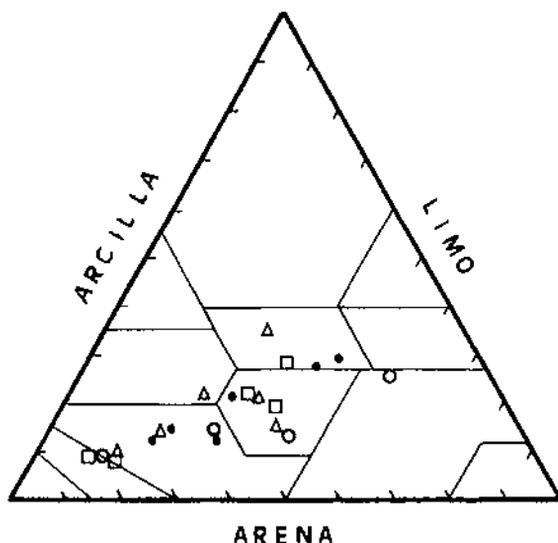


Figura 3. Localización de las muestras de suelo de las diversas estaciones dentro del triángulo de texturas. Los puntos negros corresponden al *Chenopodietum muralis*, los círculos vacíos al *Silybo-Urticetum*, los triángulos al *Carduo-Hordeetum* y los cuadrados al *Inulo-Oryzopsietum*.

Situation of the soil sample from the different stations in the texture triangle. Black points, *Chenopodietum muralis*; empty points, *Silybo-Urticetum*; triangles, *Carduo-Hordeetum*; squares, *Inulo-Oryzopsietum*.

Un factor que a priori podría haber condicionado el desarrollo de las comunidades estudiadas es la compactación del suelo. En la valoración de este parámetro hemos hecho uso de los valores de densidad real, granulometría y porcentaje de materia orgánica para calcular el nivel para el cual los valores de densidad aparente podrían comenzar a mostrar unas condiciones de compactación potencialmente limitantes del crecimiento vegetal (dificultad de penetración de las raíces, mala aireación, ...). La expresión utilizada:

$$D.A. \text{ limitante} = \frac{90 \text{ D.R.}}{\text{D.R.} - (-0,67 + 0,2815 (\% \text{ partic. } < 50 \text{ m}) + 3,8\% \text{ m.o.} + 100)}$$

(HUGHES, 1977) nos permite obtener una valoración relativa del grado de compactación del suelo.

Los resultados del cálculo del parámetro expuesto parecen adaptarse a los consultados en la bibliografía (ZUKOWSKA-WIESZCZEK, 1980) especialmente en el caso del *Hordeetum* (valores limitantes, localidades 17, 11, 12, 16). El esto de comunidades, consideradas globalmente, no presentan valores de densidad limitantes, aunque en algunos casos sean relativamente elevados.

La totalidad de los suelos analizados son carbonatados; los resultados, expresados en Ca CO<sub>3</sub> equivalente muestran unos valores muy variables, con grandes diferencias entre localidades.

La concentración de sulfatos edáficos es muy elevada. El yeso de la construcción, material constitutivo de buena parte de los substratos estudiados (ver descripción de las parcelas) parece ser la fuente principal de este anión. Sin embargo, no se observa ninguna relación entre la concentración de sulfatos en el suelo y el tipo de comunidad vegetal existente.

También han resultado elevados los valores de Cl<sup>-</sup> obtenidos. Su distribución, completamente heterogénea parece indicar, al menos en parte, su procedencia alóctona.

La conductividad eléctrica está muy relacionada con los dos últimos parámetros comentados, en particular con la concentración de sulfatos. Los valores obtenidos son en general muy elevados, de manera que gran parte de las poblaciones se desarrollan sobre suelos con valores de salinidad próximos a los atribuibles al yeso, que afectarían a las plantas sensibles (loc. 01, 04, 05, 11, 19, 20) y algunas sobre suelos salinos, aptos únicamente para plantas tolerantes (loc. 02, 03). La relación entre salinidad y comunidades ruderales había sido ya expuesta por diversos autores, entre ellos ZUKOWSKA-WIESZCZEK (1980) en suelos urbanos de Varsovia. Si bien la comunidad de *Chenopodium album* alcanza los valores de salinidad muy alejados de los considerados típicamente como limitantes: los márgenes de variación dentro de cada conjunto de localidades de la misma comunidad son manifiestos.

Los valores de fósforo soluble se han mantenido siempre por debajo de los mínimos apreciables por el método analítico empleado, hecho explicable por la relativa insolubilidad de los fosfatos en medio cálcico. Los valores de materia orgánica, en algunos casos considerablemente altos, no muestran diferenciación alguna entre comunidades. Se trata de materia orgánica, bien humificada en general, como lo demuestran los índices C/N con frecuencia inferiores a 10. Es muy probable que la vegetación que muchos de los suelos estudiados soportaban con anterioridad a la alteración antrópica tenga una influencia capital en las características de la materia orgánica estudiada, en especial si tenemos en cuenta el activo dinamismo de estas comunidades, que evolucionan en intervalos de tiempo a menudo inferiores a los necesarios para que los parámetros comentados se vean sustancialmente modificados.

Si a esto añadimos la presencia evidente de restos orgánicos de origen antrópico (madera, asfalto, ...) parece justificada esta falta de relación entre las características

de la materia orgánica y el tipo de comunidad vegetal implicada en cada caso. De cualquier manera, los cocientes C/N hallados eliminan la posibilidad de una inmovilización del nitrógeno edáfico por parte de los microorganismos.

El análisis de amonio muestra una buena correlación con la materia orgánica. La media de valores de amonio para el conjunto de las localidades de *Hordeetum* es superior a la de *Chenopodietum* y *Silybo-Urticetum* y ésta es superior a la de *Inulo-Oryzopsietum*, pero la enorme variabilidad observada dentro de cada grupo induce a pensar en la inexistencia de una relación estricta entre el tipo de comunidad y el contenido de amonio edáfico. Los valores absolutos de las cuatro comunidades son, salvo contadas excepciones, bajos. Incluso considerando la época del año en que fue realizado el muestreo, que, bajo unas condiciones climáticas mediterráneas no coincide con el periodo de máxima acumulación de nitrógeno mineral en el suelo, el contenido de amonio es, en general, reducido, llegando en algunos casos a ser limitante (loc. 03, 06, 10, 18, 20, 22) (según los valores expuestos por BRANOSHAW y CHADWICK en 1980).

Cabe considerar, por ejemplo, que las concentraciones de amonio obtenidas por LOSSAINT y RAPP (1978) en suelos rojos mediterráneos brunificados bajo el encinar de la Rouquet, considerados pobres, son del orden de 3 ppm para esta época del año.

Lo mismo puede afirmarse del resultado de los análisis de nitratos y nitritos. Gran parte de las muestras se encuentran por debajo del límite apreciable por el analizador y el resto alcanza valores muy bajos. Debe apreciarse, sin embargo, el aumento generalizado de los valores de muestras posteriores, cronológicamente, a 05. Este hecho podría estar relacionado con las lluvias caídas a finales del mes de abril de 1986, que habrían potenciado la actividad de los microorganismos nitrificantes. Otro aspecto a destacar en este análisis es la enorme variabilidad observada, dentro de cada localidad (muestras 1 y 2 de la Tabla 2) como entre las diferentes localidades de una misma comunidad. Por otra parte, y según los datos de SIMÓN (1973), la concentración de nitratos en suelos de Barcelona abonados intensamente con fertilizantes nitrogenados alcanza valores del orden de 20 ppm, muy alejados de los aquí obtenidos. A la vista de los resultados parece evidente la inexistencia de una relación marcada entre los niveles de nitratos y nitritos y las comunidades estudiadas.

Los valores de  $N-NH_4$  considerados en relación con los de  $N-HO_3 + N-NO_2$  se ajustan a una situación de compensación: la suma total de nitrógeno mineral se mantiene aproximadamente constante, variando sólo la proporción de amonio frente a nitratos y nitritos (Figura 4).

## Conclusión

A la luz de los resultados obtenidos, *Chenopodietum muralis*, *Carduo-Hordeetum leporini*, *Silybo-Urticetum* e *Inulo-Oryzopsietum miliaceae* aparecen como cuatro entidades fitosociológicas diferenciadas en la zona objeto de estudio, tanto en lo que se refiere a composición florística (cualitativa y cuantitativa) como a preferencias ambientales, según observaciones realizadas sobre el terreno. En estos aspectos nuestros resultados coinciden básicamente con los de otros fitosociólogos que se habían ocupado del estudio de estas comunidades, y en especial con los de A. & O. BOLÓS (1950) y O. BOLÓS (1962), referidos a esta misma comarca.

Las diferencias a estos niveles entre comunidades, sin embargo, no se corresponden más que en aspectos muy puntuales con los resultados de los análisis de los diversos parámetros edáficos, en la variación de los cuales estaría, según la fitosociología clásica, una de las principales causas de la diversidad de la vegetación ruderal.

TABLA 2. PARAMETROS EDAFICOS DE LAS LOCALIDADES ESTUDIADAS

Localidad	grava %	arena %	limos %	arc. %	DAI ± DA (gr/cm <sup>3</sup> ) (1)	CaCO <sub>3</sub> %	pH	SO <sub>4</sub> (ppm)	Cl (ppm)	Cond (µmohs)	s.o. %	N %	C/N	NO <sub>2</sub> (ppm) (2)	NO <sub>3</sub> (ppm) (2)	NH <sub>4</sub> (ppm)
01	36.24	68.19	20.53	11.27	1.65 1.57	12.32	8.17	169.01	032.93	2699	02.12	0.13	09.81	0.00	0.00	03.43
02	48.97	64.03	22.21	13.75	1.56 1.53	13.99	8.31	702.78	077.66	4120	01.98	0.09	12.78	0.00	0.00	02.50
03	41.84	55.72	31.78	12.50	1.61 1.41	28.98	8.21	657.58	053.66	4070	02.62	1.12	02.62	0.90	1.93	01.12
04	30.45	24.69	46.44	28.88	1.45 1.33	23.46	7.83	492.25	017.98	2750	01.41	0.08	10.23	4.62	2.19	04.71
05	17.37	48.62	30.48	20.40	1.24 1.18	17.30	7.91	351.55	052.11	2146	05.69	0.26	12.92	1.91	0.50	03.14
06	25.23	30.18	42.71	27.11	1.44 1.66	16.37	8.64	057.66	020.69	0961	01.38	0.08	09.96	0.00	0.00	01.73
07	05.33	43.54	42.98	13.47	1.60 1.37	35.42	8.50	315.04	004.96	1456	00.84	0.10	04.90	0.00	0.00	03.08
08	02.33	17.92	56.18	25.90	1.17 1.28	28.00	8.24	049.97	037.67	0810	04.36	0.26	09.92	0.00	0.80	03.81
09	34.71	54.82	31.56	13.74	1.39 1.45	27.91	8.53	042.68	022.31	1326	03.53	0.15	13.66	0.00	0.16	03.56
10	29.34	78.92	12.48	08.60	2.11 1.66	29.24	8.32	052.55	037.64	1671	00.86	0.06	08.35	0.00	0.00	01.65
11	18.44	77.38	12.62	10.00	1.51 1.80	26.39	7.71	674.43	029.78	2790	03.86	0.17	03.18	1.32	4.78	03.18
12	19.31	35.76	29.07	35.18	0.93 1.12	24.94	7.61	052.17	020.14	0951	10.05	0.49	11.90	0.00	0.00	17.23
13	13.53	44.00	41.35	14.65	1.53 1.16	29.25	8.56	065.24	035.67	0936	01.88	0.10	10.94	0.00	0.00	02.05
14	48.17	54.14	24.22	21.65	1.52 1.21	11.74	8.39	020.21	028.27	1580	01.88	0.10	10.91	0.00	0.00	12.16
15	27.73	43.97	34.83	21.19	1.50 1.78	11.21	7.40	887.39	124.86	1803	08.21	0.41	11.76	0.00	0.00	04.83
17	27.54	66.08	19.73	14.20	1.24 1.27	14.58	8.18	026.75	045.54	1098	05.97	0.21	16.89	7.98	0.39	03.02
18	19.31	80.92	09.89	09.19	2.02 1.46	03.23	8.30	021.54	007.15	0645	00.29	0.08	03.49	0.17	1.71	00.54
19	28.44	35.06	36.62	28.32	1.41	08.70	7.71			2320	02.60	0.14	10.82	0.00	0.00	01.35
20	53.64	45.97	31.82	22.21	1.45	13.03	7.99	340.68	000.95	2320	02.14	0.15	10.79	0.00	0.00	01.81
21	45.35	42.33	24.43	19.24	1.65 1.45	14.79	8.53	034.27	016.75	0739	01.81	0.09	11.63	0.00	0.00	04.09
22	22.10	76.73	14.82	08.05	1.70 1.44	00.43	8.46	006.13	008.44	0576	01.48	0.06	13.61	0.17	0.40	00.97
														0.25	0.89	00.97
														0.04	0.09	

(1) Densidad Aparente limitante según el criterio de Hughes (1977)

(2) Réplicas 1 y 2 de cada una de las localidades.

Se ha constatado en dichos análisis una gran variabilidad en todos los parámetros y para todas las comunidades estudiadas. Únicamente se observan diferencias significativas en los valores de compactación del suelo del *Carduo-Hordeetum* —superiores a los del resto de las comunidades—, lo que se puede relacionar con la acción de pisoteo a la que están sometidos los ambientes que ocupa dicha comunidad. Son igualmente dignas de mención las bajas concentraciones de nitrógeno mineral alcanzadas. Estos resultados coincidirían con el planteamiento ampliamente aceptado (BAZZAZ, 1979; GRIME, 1978; PARRISH & BAZZAZ, 1982) referente a que ese tipo de plantas se desarrollan óptimamente bajo condiciones ambientales muy diversas, y en particular, aprovechan una variada gama nutricional. La relativa acumulación de nitrógeno en sus tejidos vegetales no sería debido en muchos casos a una elevada

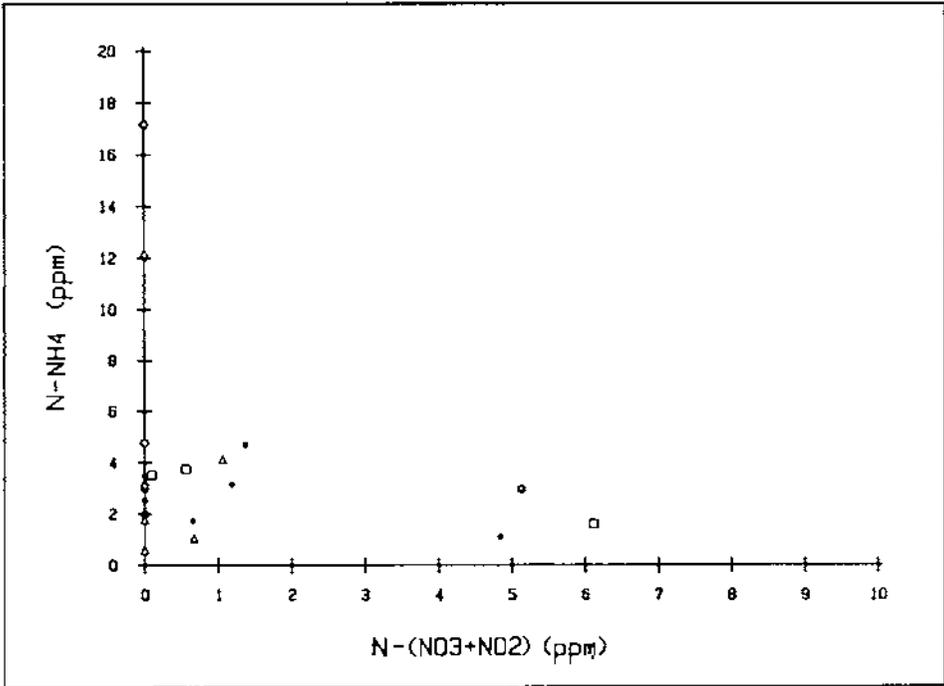


Figura 4. Relación entre el nitrógeno amoniacal ( $N-NH_4$ ), y el nitrógeno nítrico más nítrico ( $N-(NO_3 + NO_2)$ ) para las muestras de suelo de las estaciones situadas. Los puntos negros corresponden al *Chenopodium muralis*, los círculos vacíos al *Silybo-Urticetum*, los triángulos al *Carduo-Hordeetum* y los cuadrados al *Inulo-Oryzopsietum*.

*Soil N-NH<sub>4</sub> versus soil N-(NO<sub>3</sub>+NO<sub>2</sub>) for the different sampling stations. Black points, Chenopodium muralis; wide points, Silybo-Urticetum; triangles, Carduo-Hordeetum; squares, Inulo-Oryzopsietum.*

concentración de nitrógeno edáfico, sino a una absorción particularmente eficaz (TILMAN, 1986; PARRISH & BAZZAZ, 1982; ERNST, 1978). En el marco de esta diversidad ambiental situaríamos asimismo los resultados de salinidad ya comentados y el resto de análisis efectuados, que no muestran relaciones claras con la vegetación y parecen depender, sobre todo, de las circunstancias particulares de cada una de las localidades.

Los parámetros edáficos, por tanto, no resultan suficientes por sí solos para caracterizar las distintas comunidades. El estudio de las características biológicas y de los tipos de distribución de las especies censadas en ellas, en relación con lo anterior, permite abordar el problema con mayor amplitud.

La elevada diversidad del paisaje urbano produce una gran variedad de medios ecológicos (SUKKOP & WERNER, 1973) que permiten la instalación de especies diferentes, en su mayoría terófitos oportunistas poco competitivos adaptados a un amplio espectro de condiciones ambientales, lo cual concuerda puntualmente con la gran disparidad en los parámetros edáficos observada en nuestras parcelas. Su éxito en las primeras fases de colonización está basado en una elevada capacidad de producción de semillas y un ciclo de vida corto, lo cual les permite llegar con facilidad a terrenos alterados, instalarse en ellos aprovechando la destrucción de la vegetación preexistente, completar su ciclo y practicar el escapismo cuando las condiciones se hacen desfavorables, mediante la producción de semillas.

La presencia de diferentes comunidades en estos ambientes se explicaría por tanto, en función de la diversidad de habitats potenciales (buena muestra de la cual es la enorme irregularidad observada en los valores de los parámetros edáficos), de la oportunidad de llegar hasta ellos, del banco de semillas previo y de la competencia que se establece a lo largo del tiempo, cuando el medio deviene relativamente estable, con el consiguiente relevo de las especies oportunistas por otras mejor adaptadas a las características locales.

## Agradecimientos

Agradecemos la colaboración presentada por M. Hernández, M. Montoya, C. Alcántara y E. Gacia en las tareas de análisis edafológicos y trabajo de campo.

## Bibliografía

- BAKER, H.G. 1974 – The evolution of weeds. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5: 1-24.
- BAZZAZ, F.A. 1979 – The physiological ecology of plant succession. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 10: 351-371.
- BOLOS, A. & BOLOS, O. 1950 – *La vegetación de las comarcas barcelonesas*. Inst. Esp. Est. Médit. Barcelona.
- BOLOS, O. 1962 – *El paisaje vegetal barcelonés*. Fac. Filosofía y Letras. Univ. Barcelona.
- BRANDSHAW, A.D. & CHADWICK, H.J. 1980 – *The restoration of land*. Blackwell Sc. Publ. Oxford.
- BRAUN-BLANQUET, J., ROUSSINE, N. & NÈGRE, R. 1952 – *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. C.N.R.S. Montpellier.
- DAGET, Ph. 1980 – Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative. (Cas des thérophytes). In: *Recherches d'écologie théorique. Les stratégies adaptatives*. R. Barbault, P. Blandin & J.A. Meyer (eds.). Col. Recherches interdisciplinaires. Méloine ed. Paris. 89-114.
- ERNST, W. 1978 – Chemical factors determining plant growth. In: *Structure and functioning of plant populations*. A.H.J. Freyden & J.W. Woldendorp, eds. Nord Holland Publ. Co. Amsterdam.
- GRIME J.P. 1979 – Plant strategies and vegetational processes. John Wiley & Sons. Chichester.
- HUGHES, A.D. 1977 – Bulk Density. In: *Techniques for measuring soil physical parameters. Advisory paper 18*. Ministry of Agriculture, Fisheries and food. 38-45. London.
- KUNICK, W. 1982 – Comparison of the flora of some cities of the central European lowlands. In: *Urban ecology*. R. Bornkamm, J.A. Lee and M.R.D. Seaward (eds.). 2nd enr. *Ecol. Symp. Berlin. 1980*. 13-22. Blackwell. Oxford.
- LOISSANT, P. & RAPP, M. 1978 – La forêt méditerranéenne de chêne verte (*Quercus ilex*). In: *Problèmes d'écologie: Ecosystèmes terrestres*. M. Lamotte & F. Bourlière, eds. Masson. Paris.
- MOLINIER, R. & MULLER, P. 1938 – La dissémination des espèces végétales. *Rev. Génér. Bot.*, 50.
- OSMOND, C.B. BJORKMAN, O. & ANDERSON, D.J. 1980 – *Physiological processes in plant ecology. Toward a synthesis with Atriplex*. Ecological Studies, 36. Springer-Verlag. Berlin.
- PARRISH, J.A.D. & BAZZAZ, F.A. 1982a – Responses of plants from three successional communities to a nutrient gradient. *Journal of ecology* 70: 233-248.
- PARRISH, J.A.D. & BAZZAZ, F.A. 1982b – Competitive interactions in plant communities of different successional ages. *Ecology*, 63: 314-320.
- PICKETT, S.T.A. & BAZZAZ, F.A. 1976 – Divergence of two cooccurring successional annual species of a soil moisture gradient. *Ecology*, 57: 169-176.
- RICE, E.L., PENFOUND, W.T. & ROHRBAUGH, L.M. & ROHRBAUGH, L.M. 1960 – Seed dispersal and mineral nutrition in succession in abandoned fields in Central Oklahoma. *Ecology*, 41: 224-228.
- SILANDER, J.A. & ANTONOVICS, J. 1982 – Analysis of interspecific interactions in a coastal plain community – a perturbation experiment. *Nature*, 298: 557-560.
- SIMÓN, E. – *Contribución al estudio de las variaciones cronológicas del nitrógeno mineral en suelos de cultivo*. Tesis Doct. Univ. Barcelona (1973).
- SUKOPP, A. & WERNER, P. 1973 – Urban environment and vegetation. In: *Man's impact on vegetation*. W. Holzner, M.J.A. Werger & I. Ikusima, eds. Dr. W. Junk Publ. The Hague.

- TILMAN, D. 1986 – Nitrogen-limited growth in plants from different successional stages. *Ecology*, 67: 555-563.
- TUXEN, R. 1950 – Grundriss einer Systematik der Nitrophilen Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft. *N.F. Heft.*, 29: 94-175. Stolzenan, Weser.
- WILSON, S.D. & KEDDY, P.A. 1986 – Species competitive ability and position along a natural stress disturbance gradient. *Ecology*, 67: 1236-1242.
- ZUKOWSKA-WIESZCZEK, D. 1980. Bioindication of soil pollution of urban area. *Ekologia Polska*, 28: 267-283.