

73  
609

CAMBIOS TEMPORALES DE LOS PASTOS ANUALES MEDITERRANEOS  
DE LA SIERRA NORTE DE SEVILLA  
EN RELACION CON EL REGIMEN DE PRECIPITACION.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Depositado en

esta Universidad desde el día

ta el día

Sevilla de de 19

EL DIRECTOR DE



Memoria presentada para optar al grado  
de Doctor en Biología por el licenciado  
D. Fernando Ortega Alegre.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
SECRETARIA GENERAL

Queda registrada esta Tesis Doctoral  
folio 165 número 2 del libro  
correspondiente.

Sevilla, 23 JUL. 1987

El Jefe del Negociado de Tesis,

H. Yolanda Diaz Rolando

Sevilla, 23 de Junio de 1982.

DIRECTORA

Rocio Fernandez Alés

Profesora Dra. Rocio Fernández Alés

FACULTAD DE BIOLOGIA

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

CAMBIOS TEMPORALES DE LOS PASTOS ANUALES  
MEDITERANEOS DE LA SIERRA NORTE DE SEVILLA  
EN RELACION CON EL REGIMEN DE PRECIPITACION.

R. 3566



Memoria para optar al  
grado de Doctor en  
Biología, presenta y  
firma el licenciado  
FERNANDO ORTEGA ALEGRE

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'F. Ortega Alegre', written over a horizontal line.

## AGRADECIMIENTOS.

El presente estudio se inscribe dentro de dos programas desarrollados en la Sierra Norte de Sevilla. El primero de ellos se integró dentro del programa "paisaje" llevado a cabo por el equipo pluridisciplinario de la Casa de Velázquez, en colaboración con la Junta de Andalucía, Centro de Estudios Territoriales y del Medio Ambiente (CEOTMA); el segundo, "Estudio Agroecológico y Agroeconómico de las Dehesas de la Sierra Norte de Sevilla", fué subvencionado por la Casa de Velázquez, Departamento de Ecología de la Universidad de Sevilla, Junta de Andalucía y Comités Español y Francés MAB/UNESCO.

Quiero agradecer al Profesor Francisco García Novo, el haberme permitido desarrollar la tesis en en el Departamento de Ecología que él dirige, y en general a todos los integrantes del mismo, su ayuda y colaboración prestadas.

Mi agradecimiento a la Dra. Rocio Fernández Alés por su excelente dirección del trabajo.

Agradezco a Julio Otal su inestimable ayuda en el campo y entrañable amistad durante la realización de la tesis.

Agradezco a Jean Vacher, Richard Joffre y Carlos de los Llanos su continuo apoyo y aliento en los peores momentos, sin los cuales hubiera sido imposible el desarrollo de este trabajo.

Mi agradecimiento a Luis Clemente, del Instituto de Recursos Naturales (CSIC) su ayuda en la interpretación de perfiles de suelo. Igualmente al personal del Centro de Calculo de la Universidad de Sevilla por su inestimable ayuda en los problemas técnicos del tratamiento de datos y la elaboración del producto final.

Quiero agradecer a los dueños de las fincas donde se ha desarrollado el trabajo, en especial a D. Carlos Pérez de Guzmán y D. Michael Huges, y en general a todos los que desarrollan su trabajo en las dehesas, por haberme brindado todo tipo de facilidades y su colaboración. A ellos debo buena parte del conocimiento de las dehesas.

Mi gratitud a mis hermanos Jesús, Marisa y Juan Carlos que estuvieron siempre disponibles cuando los necesité, tanto en trabajos de campo, como en la elaboración final del trabajo.

Por último, me siento especialmente agradecido a Cati, por su estímulo permanente, que ha hecho posible llevar a feliz termino el presente estudio.

1. INTRODUCCION.	17
2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.	26
2.1. Situación geográfica.	27
2.2. Clima.	27
2.3. Geología y geomorfología.	34
2.4. Suelos.	36
2.5. Vegetación y usos del suelo.	38
2.5.1. Principales formaciones vegetales.	38
2.5.2. Usos del suelo y su evolución.	40
2.5.3. La vegetación de los pastos.	40
3. MATERIAL Y METODOS.	45
3.1. Planificación y elección de las zonas de muestreo.	46
3.2. Distribución temporal de las muestras.	51
3.3. Estima de la abundancia de las especies.	53
3.4. Estudio del clima.	56
4. FLUCTUACIONES CLIMATICAS DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO.	57
4.1. Ana_lisis de las fluctuaciones.	58
4.1.1. Temperatura.	58
4.1.2. Precipitación.	61
412.1. Variabilidad anual.	61
412.2. Variabilidad estacional.	64
412.3. Variabilidad mensual.	65
4.2. Frecuencia y distribución de periodos de sequí dentro del año.	67 67
4.3. Fluctuaciones en precipitación durante el otoño.	71
4.4. Discusión.	79
4.5. Caracterización de los años de estudio (1982-83,	

1983-84 y 1984-85).	80
5. EFECTO DE LOS CAMBIOS TEMPORALES DE LA VEGETACION SOBRE LAS DIFERENCIAS ESPACIALES EN COMPOSICION FLORISTICA DE LOS PASTOS.	83
5.1. Análisis de las diferencias espaciales en composición y abundancia de las especies.	85
5.1.1. Análisis factorial de los inventarios del año 1983.	85
5.1.2. Análisis factorial de los inventarios del año 1984.	89
5.1.3. Análisis factorial de los inventarios del año 1985.	92
5.1.4. Comparación de los tres años estudiados.	94
5.2. Importancia relativa del espacio frente al tiempo.	95
5.2.1. Análisis factorial de los inventarios de los años 1983 y 1984 conjuntamente.	95
5.2.2. Análisis factorial de los inventarios de los años 1984 y 1985 conjuntamente.	99
5.3. Cuantificación de los cambios temporales de la flora.	102
5.4. Discusión.	108
6. ANALISIS DE LAS TENDENCIAS TEMPORALES DE CAMBIO EN LA VEGETACION.	111
6.1. Cambio entre años.	113
6.1.1. Variaciones temporales en las familias.	113
6.1.2. Variaciones temporales en las especies.	119
6.2. Cambios en la vegetación a lo largo del ciclo anual.	132

6.2.1. Cambios en la frecuencia por familias.	132
6.2.2. Fenología.	142
6.3. Cambio en la frecuencia de las especies.	158
6.4. Discusión.	164
7. CAMBIOS EN LA VEGETACION A NIVEL LOCAL.	172
7.1. Dinámica de la vegetación en una ladera.	173
7.1.1. Material y métodos.	173
7.1.2. Resultados.	175
7.2. Efecto del árbol sobre la dinámica de la vegetación.	185
7.2.1. Material y métodos.	185
7.2.2. Resultados.	186
7.3. Discusión.	193
8. EFECTO DEL CLIMA SOBRE LA GERMINACION E IMPLANTACION.	198
8.1. Material y métodos.	199
8.2. Resultados.	202
8.2.1. Regimen climático y de humedad del suelo durante el periodo de estudio.	202
8.2.2. Banco de semillas.	205
8.2.3. Germinación y establecimiento de plántulas.	207
8.2.4. Cobertura de la vegetación durante el periodo de implantación.	217
8.3. Discusión.	219
9. DISCUSION.	230
10. CONCLUSIONES.	243
11. BIBLIOGRAFIA.	251

INDICE DE FIGURAS

Pag.

- Figura 2.1. Situación del área de estudio en la Sierra Norte de Sevilla. 28
- Figura 2.2. Mapa de isoyetas en la Sierra Norte. Periodo 1961-1980. (De Vacher, 1984). 30
- Figura 2.3. Diagramas ombrotérmicos de las estaciones de el Embalse de Cala y El Pintado. Serie climática 1961-1986. 31
- Figura 2.4. Variación de la precipitación total por años agrícolas (septiembre-agosto) para el periodo comprendido entre 1931 y 1985, en la estación pluviométrica de Cazalla de la Sierra. Mediante líneas discontinuas se han unido años entre los que se carece de datos. 33
- Figura 3.1. Situación de las 5 dehesas en las que se ha muestreado la vegetación dentro del área de estudio. También aparecen las estaciones meteorológicas utilizadas en el trabajo. 48
- Figura 4.1. Distribución de frecuencia por clases de precipitación; (a): total anual (años agrícolas); (b): por estaciones (otoño, invierno y primavera). Serie climática 1931-1985. Cazalla de la Sierra. 63
- Figura 4.2. Distribución de frecuencias por clases de precipitación mensual. Serie climática 1931-1985. Cazalla de la Sierra. 66
- Figura 4.3. Frecuencia con la que se presentan primeras lluvias en el año agrícola superiores a 10mm (A); 15 mm (B); 20 mm (C), por periodos decenales en otoño. Cazalla de la Sierra (serie climática 1931-1985). 73
- Figura 4.4. Distribución de frecuencia por clases de precipitación por periodos decenales en los meses de septiembre, octubre y noviembre (tres periodos por mes); Cazalla de la Sierra (serie 1931-1985). 73

- Figura 4.5. Distribución de frecuencia del número de días en los que se registra precipitación, por periodos decenales en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Cazalla de la Sierra (serie climática 1931-1985). 78
- Figura 4.6. Evolución de la precipitación y temperatura mensual durante el periodo de estudio (1982-1985). Los periodos de déficit hídrico aparecen tramados. Cazalla de la Sierra. 81
- Figura 5.1. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1983. Los nombres de las especies utilizados en la representación gráfica aparecen en el apéndice III. 87
- Figura 5.2. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1984. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 90
- Figura 5.3. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1985. la simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 93
- Figura 5.4. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1983 y 1984. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 1983: símbolos blancos; 1984: símbolos negros. 97
- Figura 5.5. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y III del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1983 y 1984. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 1983: símbolos blancos; 1984: símbolos negros. 98

Figura 5.6. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1984 y 1985. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 1984: símbolos blancos; 1985: símbolos negros.

100

Figura 5.7. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y III del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1984 y 1985. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 1984: símbolos blancos; 1985: símbolos negros.

101

Figura 6.1. Frecuencia media de cada familia en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa.

118

Figura 6.2. Media del número de especies para cada familia en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*) significativa para  $p < 0.01$ ; (ns) no significativa.

121

Figura 6.3. Frecuencia media de las especies de gramíneas más representadas, en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa.

121

Figura 6.4. Frecuencia media de las especies de leguminosas más representadas, en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa.

125

- Figura 6.5. Frecuencia media de las especies de compuestas más representadas; en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa. 127
- Figura 6.6. Frecuencia media de las especies de "otras" más representadas, en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa. 129
- Figura 6.7. Evolución de la contribución de cada familia al total de la frecuencia a lo largo del ciclo anual (expresada en porcentajes frente al total), para los tres años de estudio (1982-83, 1983-84 y 1984-85) en las cinco parcelas estudiadas (A) y (B): parcelas 4 y 6 de Castilblanco; (C) y (D): 1 y 7 de El Pedroso; (E): 2 de Cazalla 133
- Figura 6.8. Evolución de la frecuencia de gramíneas (I), compuestas (II), otras (III) y leguminosas (IV) a lo largo del ciclo anual en las cinco parcelas (A) y (B): parcelas 4 y 6 de Castilblanco; (C) y (D): 1 y 7 de El Pedroso; (E): 2 de Cazalla y en los tres años de estudio: 1982-83 (●); 1983-84 (■); 1984-85 (▲). 136
- Figura 6.9. Evolución de la frecuencia de los cinco grupos fenológicos a lo largo del ciclo anual durante los tres años de estudio, en la parcela 4 de Castilblanco. Se señala en punteado la frecuencia de cada grupo en fase reproductiva (flor y/o fruto). 147
- Figura 6.10. Evolución a lo largo del ciclo anual de la contribución de cada grupo fenológico al total de frecuencia (expresada como porcentaje) durante los tres años de estudio y en las cinco parcelas estudiadas: (A) y (B): parcelas 4 y 6 de Castilblanco; (C) y (D): 1 y 7 de El Pedroso; (E): 2 de Cazalla. 149

- Figura 6.11. Evolución de la frecuencia de gramíneas (I), leguminosas (II), compuestas (III) y otras (IV) a lo largo del ciclo anual en los tres años y cinco parcelas estudiadas. Se han diferenciado los distintos grupos fenológicos 153
- Figura 6.12. Evolución de la frecuencia a lo largo del ciclo anual de las especies más abundantes de gramíneas en los tres años y cinco parcelas estudiadas. (●) 1982-83; (■) 1983-84; (▲) 1984-85. 159
- Figura 6.13. Evolución de la frecuencia a lo largo del ciclo anual de las especies más abundantes de compuestas en los tres años y cinco parcelas estudiadas. (●) 1982-83; (■) 1983-84; (▲) 1984-85. 161
- Figura 6.14. Evolución de la frecuencia a lo largo del ciclo anual de las especies más abundantes de leguminosas en los tres años y cinco parcelas estudiadas. (●) 1982-83; (■) 1983-84; (▲) 1984-85. 163
- Figura 6.15. Evolución de la frecuencia a lo largo del ciclo anual de las especies más abundantes de otras en los tres años y cinco parcelas estudiadas. (●) 1982-83; (■) 1983-84; (▲) 1984-85. 165
- Figura 7.1. Localización de las parcelas en un esquema del perfil topográfico de la ladera estudiada. Se ha esquematizado también la estructura del perfil del suelo en cada parcela. 174
- Figura 7.2. Composición florística de las cuatro parcelas estudiadas en la ladera de El Pedroso. Se han señalado solamente las especies más abundantes. Círculos gruesos: frecuencia superior al 10% del total; círculos pequeños: frecuencia comprendida entre el 5 y el 10% del total. 176
- Figura 7.3. Evolución de la contribución de cada familia al total de frecuencia (expresada como porcentaje sobre el total) durante el ciclo anual en los dos años de estudio (1983-84 y 1984-85) en las cuatro parcelas de la ladera: Alta (A), media-alta (MA), media-baja (MB) y baja (B). 178

- Figura 7.4. Evolución de la frecuencia de las gramíneas más abundantes (>5% de la frecuencia total) durante el ciclo anual en las cuatro parcelas de ladera: Alta (A), Media-alta (MA), Media-baja (MB) y Baja (B) y en los dos años de estudio: 1983-84 (■) y 1984-85 (▲) y B). 181
- Figura 7.5. Evolución de la frecuencia de las compuestas más abundantes (>5% de la frecuencia total) durante el ciclo anual, en las cuatro parcelas de ladera (A, MA, MB, B) y en los dos años de estudio: 1983-84 (■) y 1984-85 (▲). 182
- Figura 7.6. Evolución en frecuencia de las "otras" más abundantes (>5% de la frecuencia total), durante el ciclo anual, en las cuatro parcelas de ladera (A, MA, MB, B) y en los dos años de estudio: 1983-84 (■) y 1984-85 (▲). 183
- Figura 7.7. Evolución en frecuencia de las leguminosas más abundantes (>5% del total) durante el ciclo anual, en las cuatro parcelas de ladera (A, MA, MB, B) y en los dos años de estudio: 1983-84 (■) y 1984-85 (▲). 184
- Figura 7.8. Frecuencia absoluta (1) y relativa (2) de las familias (gramíneas, compuestas, leguminosas y otras) en mayo de 1984 y 1985; en las parcelas situadas bajo árbol y fuera del mismo (F). 187
- Figura 7.9. Evolución de la contribución de cada familia (expresada en porcentaje frente al total de frecuencia) durante el ciclo anual (años 1983-84 y 1984-85) en los dos árboles estudiados (Castilblanco y El Pedroso) 188
- Figura 7.10. Evolución de la frecuencia de cada familia durante el ciclo anual (años 1983-84 y 1984-85) bajo los dos árboles estudiados (Castilblanco y El Pedroso). 190
- Figura 7.11. Evolución de la frecuencia de las especies con mayor representación en la vegetación (>5% del total), durante el ciclo anual en las dos parcelas situadas bajo árbol y los dos años estudiados: 1983-84 (■) y 1984-85 (▲). 191

- Figura 8.1. a) Precipitación diaria caída durante el periodo de estudio (barras) y evolución de la humedad del suelo expresada en porcentaje en los 10 centímetros superficiales del suelo (●). Las barras negras indican los riegos efectuados en los tres tratamientos. b) Evolución de la temperatura media, máxima y mínima por periodos decenales durante el estudio. 203
- Figura 8.2. Evolución del número total de plántulas (expresado en plántulas/m) en los tratamientos de septiembre (●), octubre (■) y noviembre (▲) 208
- Figura 8.3. Evolución del número de plántulas de gramíneas (●) y dicotiledóneas (▲), en los tratamientos de septiembre (A), octubre (B) y noviembre (C). 213
- Figura 8.4. Evolución de la contribución de gramíneas (negro) y dicotiledóneas (blanco) expresada como porcentaje del total, durante los tratamientos de septiembre (A), octubre (B) y noviembre (C). 214
- Figura 8.5. Evolución del número de plántulas de leguminosas en los tratamientos de septiembre (●), octubre (■) y noviembre (▲). 216,
- Figura 8.6. Evolución de la cobertura de gramíneas (■), dicotiledóneas (●) y leguminosas (▲) en los tratamientos de septiembre, octubre y noviembre. 218
- Figura 8.7. Reserva media de semillas (expresada por m) tomada en septiembre de 1984 (barras) y frecuencia de las distintas especies en su pico máximo de floración durante el ciclo 1983-84 (●). 222

INDICE DE TABLAS.

Pag.

- Tabla 2.1. Coeficientes de correlación de los valores de precipitación mensual (septiembre a mayo) y total anual entre las estaciones de Castilblanco y Cazalla. para la serie climática 1966-1985. (\*) significativa para  $p < 0.01$  . 34
- Tabla 2.2. Esquema de la situación ecológica de los principales tipos de matorral. Se presentan las especies dominantes de los diferentes tipos (de Vacher, 1984). 41
- Tabla 2.3. Superficie en Ha. y porcentaje frente al total que ocupan los principales tipos de usos del suelo en la Sierra Norte de Sevilla (de Vacher et al, 1983). 42
- Tabla 3.1. Características generales de las cinco dehesas en las que se ha muestreado la vegetación. 49
- Tabla 3.2. Distribución de los inventarios en el espacio y en el tiempo. P: número de parcelas permanentes situadas en cada finca y que recogen la variación en composición a nivel regional, local y efecto del árbol. I: número de veces que se han muestreado las parcelas permanentes de cada finca durante los tres años de estudio. 52
- Tabla 3.3. Media de las diferencias absolutas y rango máximo de variación por especies entre inventarios repetidos. 55
- Tabla 4.1. Media e intervalo de confianza al 95% de las temperaturas máximas, mínimas y medias por meses (septiembre a mayo) y para el total anual (T), en las estaciones termométricas de Cala y El Pintado. Serie climática 1966-1985. 60
- Tabla 4.2. Precipitación media mensual ( $\bar{X}$ ) y coeficiente de variación en porcentaje (CV) en Cazalla de la Sierra. Serie climática 1931-1985. 67
- Tabla 4.3. Porcentaje de meses secos ( $P < 2T$ ) en Cazalla de la Sierra. Serie climática 1931-1985. 69

- Tabla 4.4. Probabilidad, expresada en porcentaje frente al total, de que haya 0, 1, 2, 3, 4 ó 5 meses secos en el periodo septiembre-mayo, para el total de años y para los años secos (<700 mm), medios (700-1000 mm) y húmedos (>1000 mm). Serie climática 1931-1985 en Cazalla de la Sierra. 70
- Tabla 4.5. Probabilidad, expresada como porcentaje del total, de que haya 0, 1, 2 ó 3 meses secos en las tres estaciones en las que se desarrolla la vegetación. Se ha calculado la contribución de los años secos (<700 mm), medios (700-1000 mm) y húmedos (>1000 mm) a cada probabilidad. 72
- Tabla 5.1. Número medio ( $\bar{X}$ ) y coeficiente de variación en % (CV) de especies/parcela para las 23 parcelas estudiadas (T) y para cada explotación por separado. C: Castilblanco; P: El Pedroso; CA: Cazalla; C-A: Cazalla-Almadén 104
- Tabla 5.2. Número medio ( $\bar{X}$ ) y coeficiente de variación en % (CV) de especies frecuentes/parcela (frecuencia superior al 10% del total) para las 23 parcelas estudiadas (T) y para cada explotación por separado. C: Castilblanco; P: El Pedroso; CA: Cazalla; C-A: Cazalla-Almadén. 106
- Tabla 6.1. Contribución de cada familia al total de la frecuencia, expresado en %, en los tres años de estudio. Se representan valores medios de las 23 parcelas estudiadas. 112
- Tabla 6.2. Resultados del test de Haberman en las parcelas estudiadas. (+) contribución alta significativa ( $p < 0.01$ ). (-) contribución baja significativa ( $p < 0.01$ ). (~) no significativo. G: gramíneas; L: leguminosas; C: compuestas; O: otras. 115
- Tabla 6.3. Contribución de cada especie al total de frecuencia de su familia, expresada en porcentaje, en los tres años de estudio. Se presentan los valores medios de las 23 parcelas estudiadas. 120

- Tabla 6.4. Clasificación de las especies según su pertenencia a distintos grupos fenológicos (1, 2, 3, 4 y 5) y a cada familia. 145
- Tabla 6.5. Porcentaje de especies pertenecientes a cada grupo fenológico (1, 2, 3, 4 y 5) frente al número total de especies de cada familia y frente al total de especies. 146
- Tabla 8.1. Número de semillas de la reserva, por especies y familias, en las 6 muestras de suelo. Se presenta la media y desviación expresada por metro cuadrado. 206
- Tabla 8.2. Número total de plántulas emergidas (G) en cada tratamiento, para dicotiledóneas, gramíneas y total. Entre paréntesis se presentan los porcentajes referidos a la reserva de semillas. M: porcentaje de plántulas muertas sobre el total de emergidas. 211
- Tabla 8.3 Reserva de semillas estimada en diferentes sistemas de cultivos y pastos de anuales. 220

## RESUMEN.

Para establecer relaciones de dependencia entre la composición y abundancia de especies de los pastos mediterráneos y los patrones de distribución de la precipitación, se ha inventariado la vegetación en parcelas permanentes, durante el ciclo anual (diciembre-mayo), en tres años climáticamente muy contrastados.

Los resultados muestran la existencia de fuertes fluctuaciones en composición, con una alta tasa de renovación de especies entre años.

La abundancia de gramíneas, compuestas y "otras" depende del periodo de implantación, manteniéndose constante la proporción entre estas familias durante el resto del ciclo anual.

La frecuencia de gramíneas es muy dependiente del patrón de precipitación otoñal, estando favorecidas por lluvias tempranas. Durante el resto del ciclo muestran escasa dependencia de la distribución de la precipitación.

Las especies de compuestas y "otras" presentan pautas de evolución temporal poco dependientes de la precipitación en la mayoría de ellas. Uno de los factores que determinan su abundancia es la interacción con las gramíneas durante la implantación.

La leguminosas muestran una baja abundancia en otoño e invierno, estando relacionada su abundancia al final del ciclo con la distribución de las lluvias en primavera, viendose favorecidas por lluvias abundantes y bien repartidas en este periodo.

Estos resultados han sido probados experimentalmente, mediante la simulación de primeras lluvias en distintos periodos otoñales, siguiendo la evolución de la vegetación durante la fase de implantación. Los resultados son consistentes con los anteriores: las gramíneas dominan cuando las primeras lluvias son tempranas y no existen periodos con déficit hídrico prolongados posteriormente. Las compuestas y "otras" son más abundantes cuando éstas comienzan más tarde y las gramíneas son menos frecuentes. Las leguminosas están poco afectadas por la distribución de las lluvias en esta fase.

1. INTRODUCCION.

Los cambios temporales en los ecosistemas se pueden clasificar según el intervalo temporal en el que tiene lugar. Los cambios a escalas moderadas de tiempo (decenas a centenas de años) se denominan sucesión, mientras que los que ocurren a escalas mayores (milenios) se definen como evolución del ecosistema (McMahon, 1980). Los cambios a escalas menores (meses o años) se relacionan con la dinámica interna del ecosistema o con el efecto de variables externas al mismo, que causan fluctuaciones en algunos atributos (Rabotnov, 1974). Es en este tipo de cambios en los que se va a centrar el presente estudio.

Rabotnov (1974) diferencia las fluctuaciones de los cambios de tipo sucesional por tres características. En las fluctuaciones los cambios no son direccionales, son reversibles y la composición florística permanece estable a largo plazo, en el sentido de que no se producen invasiones por nuevas especies.

Fluctuaciones y sucesión se producen simultáneamente de tal manera que la reversibilidad de las primeras es imperfecta: los ecosistemas no vuelven exactamente a su estado original, sino a un estado semejante al inicial. Las fluctuaciones influyen en la sucesión, acelerando o retardando el proceso (Rabotnov, 1974; Peco et al., 1983).

Las fluctuaciones en la vegetación afectan fundamentalmente a la productividad, relaciones cuantitativas entre los componentes del ecosistema, composición e importancia cuantitativa de las especies dominantes, estructura de la vegetación y balance de materia y energía. Las causas principales de estos cambios se relacionan con variaciones climáticas, hidrológicas, de las actividades del hombre, o con interacciones con otros elementos del sistema que inciden sobre las plantas: consumidores herbívoros, parásitos y descomponedores (Rabotnov, 1974). Otras causas están relacionadas con el ciclo de vida de las especies dominantes. Los cambios en la capacidad competitiva de los individuos en función de la edad dan lugar a cambios cíclicos en la vegetación. Una revisión de las causas y mecanismos de estos cambios pueden encontrarse en Kershaw (1973).

El estudio de fluctuaciones se ha centrado fundamentalmente en comunidades de pastizales, debido a que su composición fluctua mucho más en respuesta a la variabilidad ambiental que en las comunidades de matorral y bosques. La causa es que las plantas herbáceas presentan un ciclo de vida mucho más corto que las leñosas, pero también porque el grado de fluctuación ambiental suele ser mayor en los ecosistemas en que predominan las primeras (Coupland, 1974). En los sistemas formados por vegetación leñosa, más longeva, las fluctuaciones ambientales afectan fundamentalmente a la fisiología de las especies que los

componen: tasas de crecimiento, fructificación, desarrollo estacional de las plantas (Korchagin y Karpov, 1974).

Los factores ambientales en general y el clima en particular tienen un efecto importante sobre la dinámica de las poblaciones de plantas. La producción de semillas, germinación, establecimiento, supervivencia y crecimiento de plantas jóvenes, y la reproducción, están fuertemente influenciados por factores climáticos (Ratcliffe, 1961; Silvertown, 1982). Esto tiene como consecuencia una fuerte variabilidad en la composición del pasto en función de variaciones climáticas en el tiempo, que es mucho más acusada en los pastizales compuestos por especies anuales, que cada año se deben regenerar a partir de semillas (Coupland, 1974).

Las fluctuaciones en composición de los pastos mediterráneos dominados por especies anuales en relación con variaciones climáticas han sido estudiadas por algunos autores en California, Australia e Israel (Talbot et al., 1939; Biswell, 1956; Heady, 1958; Rossiter, 1966; Duncan y Woodmansee, 1975; Pitt y Heady, 1978; Naveh, 1982). Todos ellos muestran la existencia de fuertes variaciones en composición entre años, que se relacionan fundamentalmente con el reparto de las lluvias dentro del año, siendo posible establecer, mediante regresiones múltiples, relaciones entre la abundancia de algunos grupos de especies (gramíneas, leguminosas y resto de especies) al final de la estación de crecimiento con el reparto de la precipitación en el año y la



temperatura. Sin embargo, existen contradicciones en los resultados y en algunos casos no es posible establecer esta dependencia. Pitt y Heady (1978) señalan que ello es debido a que el periodo de implantación tras las primeras lluvias otoñales es crucial para determinar la composición del pasto y que las condiciones climáticas en las primeras semanas del otoño son difíciles de formalizar para establecer un análisis de regresión.

Bartolome (1979) muestra que las tasas de germinación e implantación de las especies varían entre años y ello es responsable de los cambios en composición florística. Según Heady (1958), la proporción entre las distintas especies se mantiene constante desde diciembre hasta el final del ciclo. Sin embargo estos autores no establecen relaciones entre la composición y el reparto de las lluvias en este periodo.

Los estudios de los cambios temporales en la composición de los pastos mediterráneos españoles son escasos si se compara con los que relacionan la composición con variaciones espaciales del medio, de los que existe una abundante bibliografía (ver revisión bibliográfica de Prieto, 1987). Los estudios temporales se han centrado en la sucesión, existiendo muy pocos trabajos que se centren en las fluctuaciones de la composición en relación a los factores climáticos. Figueroa (1980) ha estudiado los cambios en la composición florística del pasto entre años y su influencia en los patrones de distribución espacial. Peco et al.

(1983), el efecto de las fluctuaciones climáticas sobre el proceso de sucesión. En este trabajo se muestra como el proceso "avanza" en años de precipitación elevada y "retrocede" en años secos, pero no analizan sus causas.

Todos estos trabajos apuntan la hipótesis de que la precipitación es el factor predominante que determina la composición florística y abundancia de las especies en los pastos de anuales mediterráneos, pero no establecen realmente cual es su importancia ni sus mecanismos de actuación.

Para poder establecer relaciones de dependencia entre la composición florística del pasto y la precipitación sería necesario seguir su evolución durante todo el ciclo de desarrollo en años climáticamente contrastados, como ya ha sido señalado por otros autores (Pitt y Heady, 1978; Naveh, 1982). Ello permitiría conocer la importancia de la precipitación en diferentes periodos del ciclo de desarrollo de la vegetación sobre la composición y abundancia de las especies, y establecer hipótesis acerca de los mecanismos que dan lugar a dichos cambios.

#### OBJETIVOS.

- Describir los cambios en composición florística y abundancia de las especies de pastos mediterráneos en años sucesivos.

- Establecer cuáles son los periodos clave que determinan la composición.

- Relacionar los cambios con la precipitación y su reparto.

#### DESARROLLO DEL ESTUDIO.

Para la realización del estudio se ha escogido un área, la Sierra Norte de Sevilla, de clima mediterráneo y donde los pastos de anuales son la vegetación dominante. En el capítulo 2 se describe el área de estudio, mostrándose los antecedentes mas inmediatos en los que se basa este trabajo.

La vegetación se estudió en parcelas permanentes en las que se estimó la abundancia de las especies presentes a lo largo del ciclo anual, durante tres años agrícolas (1982-83, 1983-84 y 1984-85). La planificación del muestreo, métodos, y recogida de datos se presentan en el capítulo 3.

En el capítulo 4 se realiza la tipificación de las fluctuaciones en precipitación y temperaturas dentro del área y la comparación con el periodo estudiado para ver su representatividad y características predominantes.

En el capítulo 5 se estudia la magnitud de los cambios en la composición de la vegetación entre años y si éstos modifican las diferencias espaciales entre las comunidades.

En el capítulo 6 se analizan las tendencias temporales de cambio en la vegetación, con el fin de encontrar patrones comunes de cambio entre años y a lo largo del ciclo anual.

En el capítulo 7 se estudian los cambios en la vegetación a nivel local y árbol-pasto.

En el capítulo 8 se trata de comprobar de forma experimental las hipótesis planteadas en los capítulos anteriores.

En los dos últimos capítulos (9 y 10) se discuten los resultados obtenidos y se muestran las principales conclusiones del estudio.

2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

## 2.1. SITUACION GEOGRAFICA.

La zona donde se ha realizado el estudio está situada en el sector de Sierra Morena correspondiente a la parte más septentrional de la provincia de Sevilla (Sierra Norte de Sevilla).

Sus límites son (figura 2.1): al norte Cazalla de la Sierra y Embalse de El Pintado ( $38^{\circ}00' N$ ), al sur Castilblanco de los Arroyos y Villanueva del Río y Minas, colindando con el borde meridional de la sierra y el comienzo del Valle del Guadalquivir ( $37^{\circ}40' N$ ). Al oeste Almadén de la Plata y el Embalse de Cala ( $6^{\circ}15' W$ ), y al este la Rivera de Huéznar ( $5^{\circ}40' W$ ).

La Sierra Norte de Sevilla no es propiamente una zona montañosa ya que se encuentra en altitudes generalmente comprendidas entre 500 y 700 metros, no superando los 1000 metros de altitud. No obstante, el área presenta un relieve accidentado, con fuertes pendientes en algunos casos, y suaves ondulaciones del terreno en otros.

## 2.2. CLIMA.

El clima es de tipo mediterráneo, con alternancia de un periodo seco en verano, con altas temperaturas, y una estación invernal lluviosa con temperaturas mínimas suaves y heladas ocasionales.



La precipitación media anual esta comprendida entre 600 y 900 mm. Es superior en las estaciones pluviométricas septentrionales que en las meridionales (figura 2.2), relacionándose con un gradiente altitudinal y con el relieve. El efecto pantalla que ejerce la Sierra sobre los vientos lluviosos que penetran por el valle del Guadalquivir en sentido SO-NE, produce un aumento progresivo de la precipitación en esta dirección.

La estación seca comprende 4 meses, desde junio hasta septiembre (figura 2.3), con una escasa precipitación (menos del 10 % del total anual) y temperaturas medias altas (entre 20 y 26°C). La estación invernal por el contrario es la mas lluviosa (39% del total anual) y la mas fresca (entre 8 y 10 C de media); las medias de las mínimas del mes mas frio (enero) son superiores a 2°C ( $\bar{m}=4.2$  y  $\bar{m}=2.8^\circ\text{C}$  para el Pantano de Cala y El Pintado respectivamente).

Segun los criterios definidos por Ozenda (1975) y Daget (1977) el clima de la región estudiada se puede definir como Mediterráneo subhúmedo (de tendencia atlántica según Allue, 1966).

Según la clasificación de Rivas Martínez (1980), basada en criterios de temperatura, la Sierra Norte se situa en una zona de transición entre el Termomediterráneo, en la parte situada al sur de la zona, y el Mesomediterráneo en el limite septentrional de ésta.

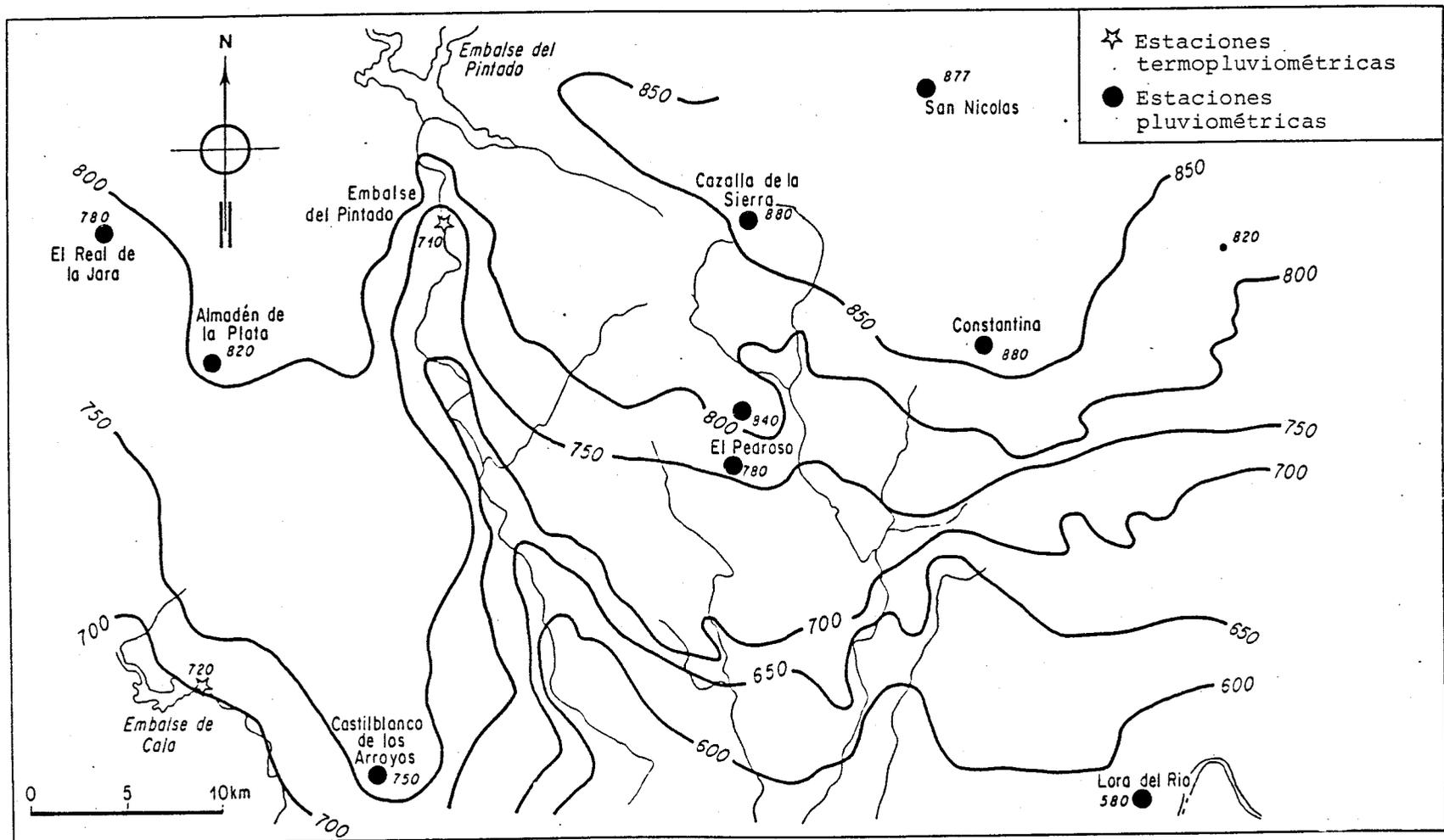


Figura 2.2. Mapa de isoyetas en la Sierra Norte. Periodo 1961-1980. (De Vacher, 1984).

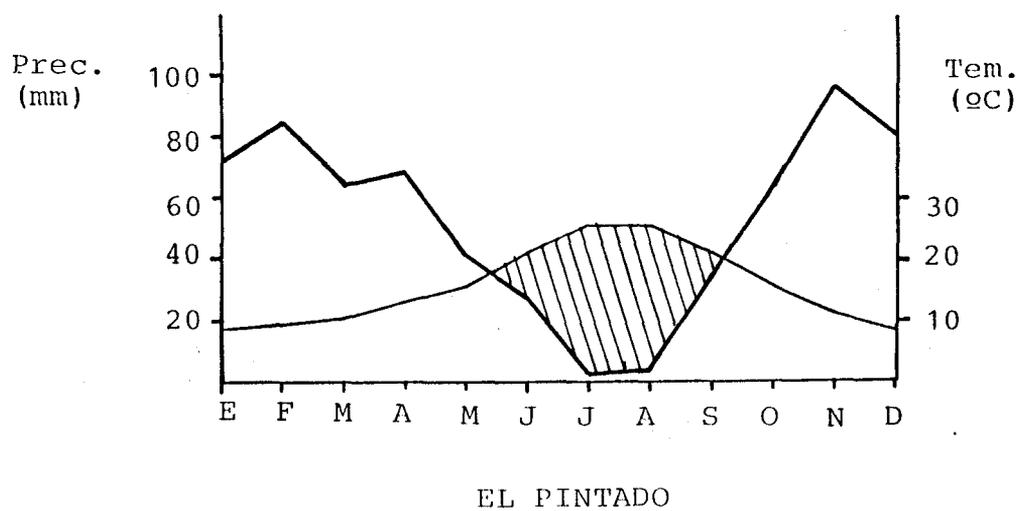
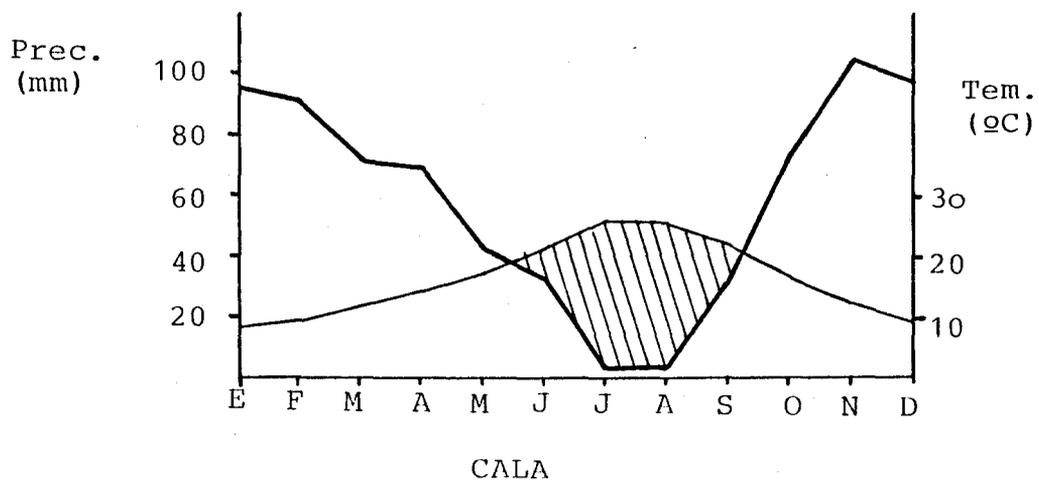


Figura 2.3. Diagramas ombrotérmicos de las estaciones de el Embalse de Cala y El Pintado. Serie climática 1961-1986.

La precipitación presenta una gran irregularidad, tanto en lo que concierne al total anual como en la distribución a lo largo del año. En el primer caso la figura 2.4 ilustra claramente la frecuencia y amplitud de las fluctuaciones en la estación pluviométrica de Cazalla de la Sierra durante 54 años agrícolas (1931-32 a 1984-85). El valor medio es de 834 mm, fluctuando entre 431 (año 1982-83) y 1886 mm (año 1935-36). Esta amplia irregularidad es característica del clima mediterráneo. Montero de Burgos y González Rebollar (1974) dan para la Sierra Norte un índice de irregularidad climática media del 32.5% siendo ésta muy similar en todo el suroeste peninsular.

En lo referente a la variación estacional, dentro del patrón medio de carácter cíclico (figura 2.3), típico del clima mediterráneo, se producen fluctuaciones importantes que determina la existencia de sequías frecuentes dentro del periodo de lluvias (octubre-mayo). Este aspecto se detalla en el apartado 4.1.2.

La distribución de la precipitación sigue unas pautas homogéneas en el conjunto de la Sierra. La correlación de la precipitación total anual y por meses entre las estaciones de Cazalla (al norte) y Castilblanco (al sur) muestra valores significativos ( $p < 0.01$ ), con coeficientes superiores a 0.9 en todos los casos (tabla 2.1).

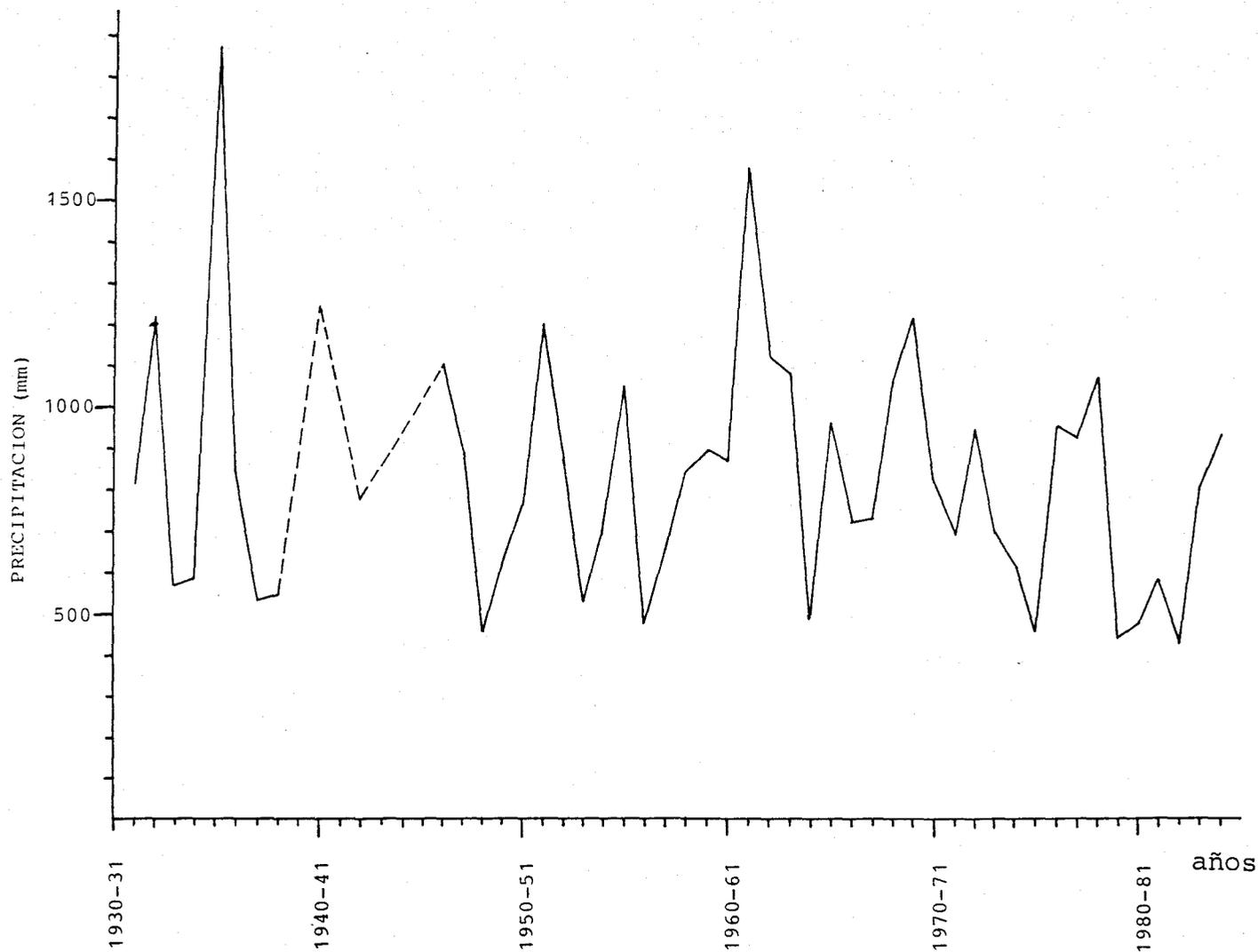


Figura 2.4. Variación de la precipitación total por años agrícolas (septiembre-agosto) para el periodo comprendido entre 1931 y 1985, en la estación pluviométrica de Cazalla de la Sierra. Mediante líneas discontinuas se han unido años entre los que se carece de datos.

meses	coeficientes de correlación
septiembre	0.93 (*)
octubre	0.94 (*)
noviembre	0.95 (*)
diciembre	0.98 (*)
enero	0.95 (*)
febrero	0.93 (*)
marzo	0.92 (*)
abril	0.97 (*)
mayo	0.91 (*)
total anual	0.92 (*)

Tabla 2.1. Coeficientes de correlación de los valores de precipitación mensual (septiembre a mayo) y total anual entre las estaciones de Castilblanco y Cazalla. Serie climática 1966-1985. (\*) significativa para  $p < 0.01$ .

### 2.3. GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA.

La zona de estudio se encuentra en el Macizo Hespérico, quedando enmarcada en un sector que pertenece al borde meridional de Sierra Morena y en la rama oriental del "Arco Luso-Onubense" (Alia, 1963).

Los materiales que afloran en este área son de origen Paleozoico perteneciendo en su mayoría al Cámbrico inferior. Las formaciones cámbricas pertenecen a los pisos Georgiense y Acadiense. El Georgiense se presenta en forma de pizarras arcillosas o silíceas, mientras el Acadiense presenta calizas biohermales. Por otra parte existen importantes afloramientos de rocas ígneas, tanto plutónicas (granitos) como volcánicas. La litología es pues compleja, pero son predominantes granitos y pizarras.

El relieve es abrupto de tipo estructural, muy bien definido y alineado en dirección NW-SE, según los pliegues debidos a la orogenia hercínica que plegó el borde de la meseta, hundiéndose debajo del plano existente al sur (Drain, 1977).

El relieve actual es el resultado de varios ciclos de erosión (Secundario, Terciario y Cuaternario), determinando tres grandes tipos de unidades morfoestructurales:

- Crestas y elevaciones altas de cuarcitas , pizarras y granitos, residuales de los ciclos de erosión. Presentan un alineamiento en dirección NW-SE y pendientes fuertes hacia el sur y suaves hacia el norte.
- Penillanuras con un relieve ondulado, con colinas de pendiente suave.
- Gargantas estrechas y profundas de formación mas reciente debido a la erosión remontante de los ríos que cruzan la zona.

La red de drenaje actual, aunque no es de gran intensidad, es muy activa desde el punto de vista erosivo, al tomar las líneas de máxima debilidad (fracturas) y presentar un bajo nivel de base.

Desde el punto de vista morfológico los relieves que se definen entre las líneas de fractura no son de tipo orogénico sino erosivos. Esto se pone de manifiesto en la isoaltitud que presentan diferentes penillanuras, lo cual se debe al arrasamiento general de la zona (Gago et al., 1978; Almanzar et al., 1979). La zona presenta un neto relieve erosivo, muy bien definido, así como una red de drenaje característica de regiones fracturadas.

#### 2.4. SUELOS.

En la región de estudio se pueden distinguir tres grandes tipos de suelos cuyas características generales han sido extraídas de Guerra et al. (1962), Ministerio de Agricultura (1975) y Drain (1977):

##### 1) Suelos rojos fersialíticos.

Son el resultado de la degradación de materiales calcáreos, siendo característicos de un clima mediterráneo (Duchaufour, 1977). Son suelos profundos con horizonte A(B)c o ABC, textura limo-arcillosa y un pH neutro. Están escasamente representados en la región de estudio, situándose generalmente en zonas cercanas a los núcleos de población. Son suelos de potencial agrológico aceptable, siendo aprovechados predominantemente para la agricultura (olivar, viñas).

## 2) Suelos pardos mediterráneos.

Situados sobre rocas ácidas, metamórficas o ígneas, son el resultado de la alteración de estas bajo un clima subhúmedo. Presentan en general un perfil de tipo A(B)C, con características diferentes según el material de procedencia. Los suelos pardos sobre rocas metamórficas (esquistos, cuarcitas o pizarras, predominando esta última) son poco profundos y pH moderadamente ácido (cerca de 6). El horizonte A tiene una profundidad de unos 10 centímetros, con textura franco-arenosa. El horizonte (B), textura limo-arenosa y estructura en grumos poliédricos. Normalmente continúa en un horizonte de transición (B)/C con trozos de roca alterada y de profundidad variable (20 a 50 cm).

Los suelos pardos sobre rocas ígneas (granitos, sienitas, dioritas, etc.) se caracterizan por un perfil más profundo que el análogo sobre rocas metamórficas (Corral et al., 1979). Por otra parte, la desintegración del granito origina una granulación gruesa, en especial en los horizontes inferiores (estructura granular o grumogranular). Son suelos con una escasa capacidad de retención del agua, más pobres en humus en general y pH más bajo que el tipo anterior (Guerra et al. (1968). El horizonte A se presenta suelto y con textura arenosa. El (B) estructural es de espesor variable, textura franco-arenosa y estructura grumogranular o subpoliédrica. A través de un horizonte de transición (B)/C bastante profundo, se encuentra la roca original con mayor o

menor grado de alteración. En zonas favorables para el lavado de coloides, el horizonte B puede mostrar ciertas características argílicas.

Los suelos pardos mediterráneos, tanto sobre rocas metamórficas como ígneas, son los más representados en la región, asociándose generalmente a penillanuras y a las dehesas.

### 3) Suelos poco evolucionados de erosión.

Son el resultado de procesos geomorfológicos con predominio de la erosión sobre la pedogénesis, en zonas de pendientes pronunciadas. Este grupo incluye los litosuelos, con perfil (A)C, que se sitúan en zonas de fuertes pendientes y los rankers, con perfil AC, sobre pendientes menos pronunciadas. Ambos tipos se caracterizan por su bajo nivel de fertilidad y una acidez marcada (pH cercano a 5), por lo que presentan un potencial agrícola nulo, estando en general ocupados por matorral y en menor medida por dehesas (Vacher, 1984).

## 2.5. VEGETACION Y USOS DEL SUELO.

### 2.5.1. Principales formaciones vegetales.

La vegetación está fuertemente determinada por una gran heterogeneidad del medio tanto a nivel físico (gradiente altitudinal y mesoclimático, relieve accidentado y diversidad

litológica) como de usos del suelo (Vacher 1984).

La vegetación de la Sierra Norte es típicamente mediterránea, perteneciendo sus comunidades a la Clase Quercetea ilicis de bosques esclerofilos de Durisilvas. Según Rivas Goday et al. (1962) en el área de estudio se pueden distinguir tres alianzas:

- Oleo-ceratonion, perteneciente a las zonas más termicas, se extiende en el borde sur de la Sierra, llegando hasta una altitud de 400 metros. La zona donde se presenta esta es caracterizada climáticamente como termomediterráneo ( $\underline{m} < 3^{\circ}\text{C}$  y  $\bar{T} > 16^{\circ}\text{C}$ ), con precipitaciones inferiores a 650 mm (Rivas Martínez, 1981).
- Querción rotundifoliae, de carácter subtérmico, se encuentra en cotas situadas entre 400 y 700 metros. Se presenta en Termomediterráneo subhúmedo con precipitaciones superiores a 650 mm.
- Querción faginae, de dominio climático más húmedo que el anterior, se encuentra en cotas superiores a las descritas para el Querción rotundifoliae, ocupando el borde septentrional de la Sierra.

Vacher (1984) detecta esta tendencia de variación en la vegetación, relacionada con el clima, al estudiar la vegetación leñosa de la zona (matorral fundamentalmente). Distingue cinco tipos: tres de ellos correspondientes a las

alianzas descritas y dos formas de transición entre ellas. A su vez, estos tipos se diferencian en tres grupos según el uso predominante del suelo (tabla 2.2).

### 2.5.2. Uso del suelo.

La utilización predominantemente ganadera de la Sierra Norte determina la aparición de etapas aclaradas o de sustitución de la vegetación original. Las superficies adehesadas representan actualmente el principal modo de uso del suelo, con el 44% de la superficie (tabla 2.3), aunque ha disminuido en los últimos años debido fundamentalmente a invasión del matorral (en 1956 las dehesas ocupaban el 57%).

El matorral, con arbolado o sin él, ocupa actualmente el 38%. El 18% restante se reparte entre sistemas agrícolas asociados a los núcleos de población, olivares, repoblaciones forestales y terreno urbanizado (Vacher et al., 1983).

### 2.5.3. La vegetación de los pastos.

Los pastos de las dehesas están constituidos fundamentalmente por especies anuales. El predominio de terófitas es una tendencia general en la cuenca mediterránea, y parece estar relacionado con una larga historia de impactos humanos (Pignatti, 1977; Whittaker, 1977; Naveh y Whittaker, 1979; Montoya, 1983), además de estar favorecidas por un ambiente fluctuante (Raven, 1973).

	latitud 37°36' a 37°41' altitud: 100 a 200 m serie del olivo	latitud 37°42' a 37°46' serie de la encina y del olivo	latitud 37°47' a 37°54' serie de la encina	latitud 37°55' a 38°00' serie de la encina y del quejigo	latitud 38°01' a 38°04' serie del quejigo
MATORRAL-DEHESA (uso pastoral)	Cistus monspeliensis Chamaerops humilis	Cistus salviaefolius Cistus monspeliensis Phlomis purpurea	Cistus salviaefolius Daphne gnidium Phlomis purpurea	Cistus salviaefolius Daphne gnidium Cistus populifolius	
MATORRAL-JARAL (abandono casi total)	Cistus ladaniferus Cistus monspeliensis Quercus coccifera	Cistus ladaniferus Rosmarinus officinalis Genista hirsuta	Cistus ladaniferus Lavandula stoechas Rosmarinus officinalis	Cistus ladaniferus Lavandula stoechas Cistus populifolius	Cistus populifolius Erica arborea Erica umbellata
MATORRAL ALTO (uso predominante: caza)	Olea europaea Pistacea lentiscus Quercus coccifera	Myrtus communis Olea europaea Arbutus unedo	Quercus coccifera Pistacea terebinthus Arbutus unedo	Quercus coccifera Viburnum tinus Cytisus grandiflorus	

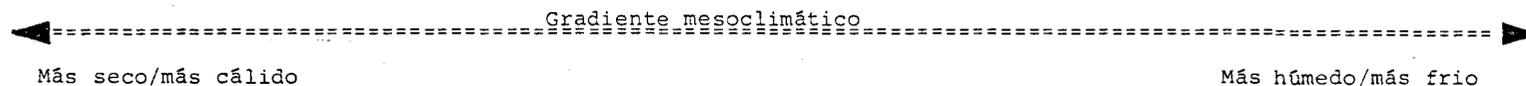


Tabla 2.2. Esquema de la situación ecológica de los principales tipos de matorral. Se presentan las especies dominantes de los diferentes tipos (de Vacher, 1984).

Tipo de uso	superficie	%
Dehesas	61.500	44%
Dehesas con matorral	27.700	20%
Matorral	25.200	18%
Repoblacion forestal	10.300	7%
Olivar	6.700	4%
Terreno urbanizado	6.500	4%
Sistemas de ruedo	2.500	2%
Total	140.400	

Tabla 2.3. Superficie en Ha y porcentaje frente al total que ocupan los principales tipos de usos del suelo en la Sierra Norte de Sevilla (Vacher et al., 1983).

Los principales tipos de vegetación están relacionadas a nivel regional con dos factores (Vacher, 1984): un gradiente hidrico-trófico que engloba un conjunto de variables del medio físico relacionadas con el gradiente mesoclimático regional y un gradiente erosión-pedogénesis a menor escala. Un segundo factor está relacionado con la acción humana (manejo del ganado, gradeo, etc.)

En relación con el gradiente hidrico-trófico Vacher distingue seis tipos. En el extremo correspondiente a situaciones de acusada oligotrofia y xeroterminia se sitúan pastos anuales de efimeras pertenecientes a la alianza *Helianthemion guttati* (Rivas Goday y Rivas Martínez, 1963). En el extremo opuesto, en zonas de humedad edáfica y climática marcada, y suelos mesotrofos, se encuentran comunidades con gramíneas perennes como *Phalaris aquatica*, *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne*. En situaciones intermedias se encuentran comunidades sobre suelos pardos ácidos de cierta profundidad y humedad edáficas (*Agrostidion salmanticae*). En condiciones de mayor humedad edáfica, con encharcamiento temporal pero suelos pobres se presentan comunidades de *Agrostidion castellanae*.

La influencia de la gestión agropastoral aparece como un factor importante en la determinación de parte de la variación de la vegetación (Vacher, 1984). Los pastos tipo "majadales", pertenecientes a la alianza *Trifolio-Periballion* se presentan en la Sierra Norte como resultado de

determinados tipos de manejo del ganado (Rivas Goday, 1966). Otro factor importante sobre la composición de la vegetación se deriva de actividades agrícolas (gradeos periódicos, cultivo de cereales, etc.), diferenciándose los pastos con labores recientes (menos de 10 años) de los no roturados.

Por último, un factor muy importante en determinar la composición de los pastos es la influencia de los árboles, a los cuales se asocian especies características de zonas más húmedas y menos oligotrofas que las del pasto situado a cielo abierto (Vacher et al., 1987). Es de destacar también la mayor abundancia de algunas gramíneas perennes como *Dactylis glomerata*, *Arrenatherum elatius*, *Lolium perenne* y *Phalaris aquatica* bajo la copa de los árboles que a cielo abierto.

### 3. MATERIAL Y METODOS.

### 3.1. PLANIFICACION Y ELECCION DE LAS ZONAS DE MUESTREO.

Como se parte de la hipótesis de que las fluctuaciones en la precipitación son el factor predominante en determinar las pautas de cambio en la estructura de la vegetación y se quiere llegar a unas conclusiones generalizables a una amplia gama de situaciones, se ha diseñado un muestreo en el que se trata de recoger gran parte de la variabilidad existente dentro de un área con fuerte heterogeneidad a nivel espacial, donde las fluctuaciones en la precipitación siguen las mismas pautas.

Se ha utilizado la tipificación de los pastos realizada por Vacher (1984), descrita en el apartado 2.5, como base para el diseño y elección de las áreas de muestreo. Se trata de recoger la variabilidad en la composición florística a tres escalas: nivel regional (100.000 Ha aproximadamente), local (200-1000 Ha) y de efecto del árbol (100 m ). Se ha tratado de minimizar el efecto del manejo por varias causas: la roturación para evitar interferencias con otros procesos temporales (sucesión) que pueden enmascarar los que se quieren estudiar en este trabajo. El efecto del pastoreo por la dificultad de controlar las cargas ganaderas y el tiempo durante el que los animales permanecen en cada zona. Tan solo se ha tenido en cuenta a nivel regional por la imposibilidad de encontrar zonas con un manejo histórico y presente semejante.

a) Nivel regional.

La tendencia de variación a nivel regional se han recogido eligiendo zonas según un eje norte-sur (gradiente mesoclimático) y suelo y manejo diferentes.

En total se han elegido cinco dehesas cuya situación se muestra en la figura 3.1 y sus características en la tabla 3.1.

Para recoger una muestra representativa de cada explotación se ha situado una parcela permanente en cada uno de los cercados en los que está compartimentada. Se han elegido las zonas más llanas para no interferir con el efecto de la topografía. Se han rechazado los cercados roturados recientemente (menos de 15 años) y en los que el ganado está de forma permanente. En la tabla 3.1 se recogen las características de las zonas elegidas.

b) Nivel local

Vacher (1984) muestra que dentro de una finca la variación en composición del pasto se relaciona con los mismos factores que a nivel regional (gradiente hídrico-trófico, manejo) sólo que a esta escala el gradiente hídrico-trófico se asocia con la topografía.

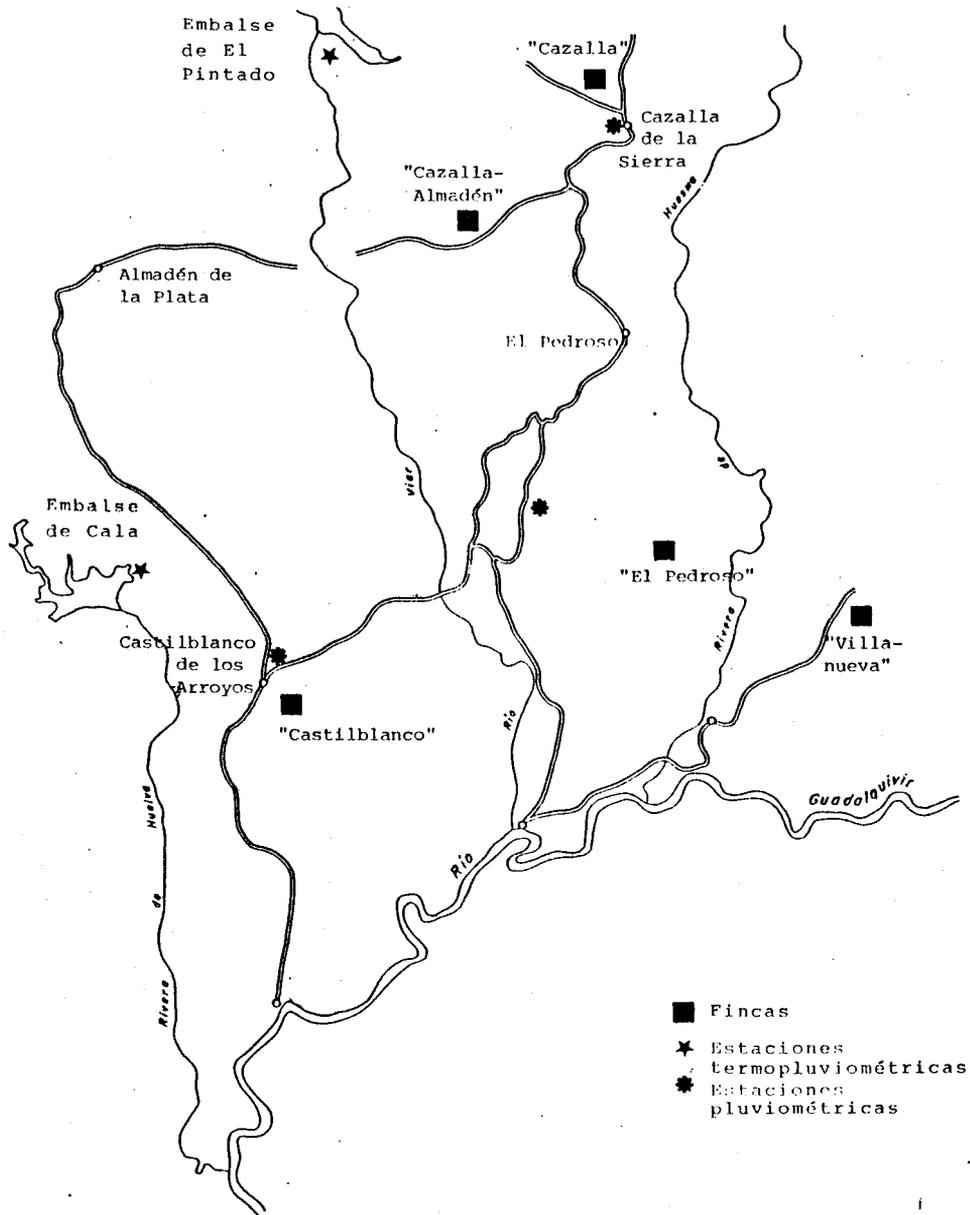


Figura 3.1. Situación de las 5 dehesas en las que se ha muestreado la vegetación dentro del área de estudio. También aparecen las estaciones meteorológicas utilizadas en el trabajo.

	SITUACION GEOGRAFICA	ALTITUD (m)	LITOLOGIA	RELIEVE	PRECIPI TACION (mm)	TIPO GANADO
Castilblanco	37° 40' ; 6° 57'	300	Granitos Pizarras	plano	750	Vacuno Porcino
Villanueva	37° 42' ; 5° 37'	240	Granitos	ondulado	600-650	Vacuno
El Pedroso	37° 45' ; 5° 45'	300	Pizarras Granitos	ondulado	700-750	Ovino
Cazalla- Almadén	37° 54' ; 5° 46'	400	Granitos	ondulado	750-800	Ovino Porcino
Cazalla	37° 57' ; 5° 46'	620	Pizarras	ondulado	830	Vacuno Ovino

**Tabla 3.1. Características generales de las cinco dehesas en las que se ha muestreado la vegetación.**

Para determinar la variabilidad relacionada con la topografía se han realizado inventarios a lo largo de una ladera en la explotación de El Pedroso. Se ha elegido esta finca porque en ella las relaciones entre composición de la vegetación y factores físicos (topografía, orientación) son muy patentes y no están enmascaradas por el manejo (Vacher, 1984). Las características de la ladera y la disposición de las muestras se describen en el apartado 7.1.

c) Nivel árbol-herbáceas.

Vacher et al. (1987) muestran que el pasto situado bajo la copa de encinas y alcornoques tiene distinta composición florística que el situado a cielo abierto y que ello se relaciona con el contenido diferente en agua y nutrientes del suelo en ambas situaciones. Para recoger esta tendencia de variación se escogieron árboles en dos fincas de características contrastadas (Castilblanco y El Pedroso). Se escogió una encina en cada una de ellas, similares entre sí (tamaño y forma, separación de árboles vecinos, topografía) y que se describen en el apartado 7.2. La vegetación se inventarió debajo de cada árbol y en un área contigua a cielo abierto.

### 3.2. DISTRIBUCION TEMPORAL DE LAS MUESTRAS.

La duración del estudio ha sido de tres años agrícolas: 1982-83, 1983-84 y 1984-85. Durante este periodo se ha muestreado la vegetación con distinta periodicidad en función de los objetivos perseguidos:

1) anual: con ella se pretende poner de manifiesto la magnitud y tendencias generales de cambio entre años. La vegetación se muestrea una sola vez al año, en el momento del pico máximo de floración (finales de mayo), momento en el que se puede reconocer el mayor número de especies presentes con el mínimo esfuerzo. Se ha realizado en las 23 parcelas en las que se recoge la variabilidad a nivel regional (tabla 3.2).

2) estacional: para poner de manifiesto los mecanismos que producen los cambios anuales se ha estudiado la evolución de la vegetación a lo largo del ciclo de desarrollo de ésta. Se ha realizado con una periodicidad algo superior a la mensual (45 días aproximadamente), distribuida de la siguiente forma:

- final de diciembre: terminado el periodo de implantación.
- final de febrero: al acabar el periodo invernal.
- mediados de abril: periodo de máximo crecimiento vegetativo.
- final de mayo: pico máximo de floración.

Variación espacial Variación temporal	nivel regional				ladera		árbol	
	anual		estacional		estacional		estacional	
	P	I	P	I	P	I	P	I
Castilblanco	6	18	2	26			1	9
Villanueva	2	6						
El Pedroso	7	21	2	26	4	36	1	9
Cazalla-Almadén	4	12						
Cazalla	4	12	1	13				
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>69</b>	<b>5</b>	<b>65</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>18</b>

Tabla 3.2. Distribución de los inventarios de la vegetación en el espacio y en el tiempo. P: número de parcelas permanentes situadas en cada finca y que recogen la variación en composición a nivel regional, local y de efecto del árbol. I: número de muestreos realizados en las parcelas permanentes de cada finca durante los tres años de estudio.

En el año 1984-85, debido a que la germinación e implantación fueron mas tempranas y el pasto presentaba un alto desarrollo al final del otoño, se llevó a cabo un muestreo adicional al final de noviembre.

En total se han muestreado 11 parcelas (tabla 3.2) que recogen la variabilidad a nivel regional (5 parcelas), local (4) y árbol-pasto (2). Estos dos últimos niveles sólo se han muestreado durante 2 años (1983-84 y 1984-85).

### 3.3. ESTIMA DE LA ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES.

Los estudios de dinámica temporal de la vegetación requieren métodos de muestreo que sean capaces de detectar cambios en composición y abundancia de las especies de forma precisa. Por otra parte, éstos no deben ser excesivamente tediosos de realizar por la amplitud a nivel espacial con la que se ha planteado el estudio. Esto llevo a la utilización de un método cuantitativo para estimar la abundancia de las distintas especies. El método debe ser no destructivo para poder seguir periódicamente la evolución de una misma población de individuos y así evitar interferencias con variables espaciales.

Se ha elegido la cobertura, rechazandose las medidas de densidad por tediosas (los pastos estudiados presentan un número muy elevado de individuos por unidad de superficie, Marañón, 1985b) y la biomasa por destructiva.

La cobertura da bastante información y no requiere un tiempo muy superior al empleado en las medidas semicuantitativas. Ha sido por otra parte, un tipo de medida muy utilizada en vegetación de pastizales (Goldsmith et al., 1986), habiendo demostrado además ser muy adecuada para detectar cambios temporales en la vegetación (Thomas, 1960).

La cobertura se define como la proporción del suelo ocupada por la proyección perpendicular de la parte aérea de cada especie existente en la vegetación (Greig-Smith, 1964). Existen varios métodos de medida. En el presente trabajo se ha utilizado la medida puntual simple. El dispositivo consiste en una cinta métrica de cinco metros de longitud, cuya situación está señalada permanentemente con estacas; se sitúa una aguja en posición vertical cada 5 centímetros, censándose 100 puntos en total. En cada uno de ellos se registran todas las especies en contacto con la aguja (Daget y Poissonet, 1969; Long et al., 1970). En las parcelas ubicadas bajo la copa de los árboles se situaron dos líneas de 2,5 metros, a ambos lados del tronco (este y oeste), equidistantes de éste y del límite de la copa, para evitar el efecto del límite de ésta. En cada una se censaron 50 puntos.

Esta medida se caracteriza por su simplicidad y eficacia. Poissonet et al. (1973) han demostrado la ventaja de dicho método sobre otros tipos de medida de cobertura, por su rapidez y efectividad.

Para evaluar la magnitud de error cometido al censar la vegetación se eligieron cinco líneas en las que se repitió el muestreo en el mismo día. Los resultados se recogen en el apéndice I.

Las diferencias absolutas en la cobertura por especie es muy baja en todas las líneas (tabla 3.3).

Finca Parcela	Castilblanco		Cazalla- Almadén		El Pedroso	
	5	6	2	3	1	5
$\bar{X}$ diferencia por spp.	1.27	1.45	1.24	0.85	2.20	1.53
rango máximo de variación	0-4	0-6	0-3	0-3	0-8	0-4

Tabla 3.3. Media de las diferencias absolutas y rango máximo de variación por especie entre pares de inventarios.

El error medio es menor del 3% entre un inventario y otro. la máxima variación se da en la parcela 1 de El Pedroso, con una diferencia del 8% para una de las especies (Apéndice I) y una variación media del 2.2%. El bajo índice de error indica la bondad de este método, por lo cual la interferencia con la detección de procesos dinámicos de la vegetación se puede considerar insignificante.

#### 3.4. ESTUDIO DEL CLIMA.

Se han utilizado datos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología. Para el estudio de las fluctuaciones de temperatura se han utilizado los datos registrados en El Pintado, situada al norte del área de estudio y Cala al sur (figura 3.1).

El estudio de la irregularidad de la precipitación se centra en la estación de Cazalla de la Sierra por ser la que presenta una serie mas larga (1931-1985).

4. FLUCTUACIONES CLIMATICAS DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO.

En el presente capítulo se estudian las fluctuaciones climáticas en la Sierra Norte. En primer lugar se estudia la magnitud de las variaciones de la temperatura y precipitación a distintas escalas temporales (anual, estacional y mensual); en segundo lugar se examina la importancia que estas variaciones pueden tener en el ciclo de desarrollo de la vegetación; por último se analizan las variaciones en la precipitación dentro de los tres años de estudio y se comparan con los patrones medios de variación dentro del área.

El análisis de las fluctuaciones se centra en años agrícolas y concretamente en el periodo de septiembre a mayo, es decir, durante el que se desarrolla el ciclo de la vegetación.

#### 4.1. ANÁLISIS DE LAS FLUCTUACIONES.

##### 4.1.1. Temperatura.

Para el análisis de las variaciones en temperatura se han utilizado datos de dos estaciones termométricas: El Pintado, situada al norte del área de estudio, y Cala, al sur (figura 3.1). Estas estaciones son las únicas en la Sierra con una serie suficientemente larga de años de registro (1966-1985).

Las medias anuales de las temperaturas mínimas, máximas y medias (tabla 4.1) muestran pocas variaciones entre años en las dos estaciones, con una dispersión inferior a 2°C respecto a la media en todos los casos. Las diferencias entre estaciones son bajas: las máximas son 0.4°C superiores en Cala que en el Pintado. Para las mínimas la diferencia es de 1°C y para las medias de 0.7°C.

Por meses, tanto las máximas como las mínimas muestran una escasa irregularidad, siendo similares las tendencias de variación en ambas estaciones. Las máximas muestran una mayor dispersión en los meses otoñales y primaverales, no superando diferencias de 5°C, salvo en los meses más cercanos al verano (septiembre y mayo). En invierno no superan 3°C de diferencia respecto a la media. Las mínimas por el contrario, tienen mayor variabilidad en esta estación (diferencias de 3 a 4°C respecto a la media). Las temperaturas mínimas muy bajas son poco frecuentes: sólo en El Pintado se producen temperaturas mínimas inferiores a 0°C, en enero de los años 1976 y 1981, no bajando en todo caso de -1°C (-0.9 y -0.2°C respectivamente). En otoño y primavera las diferencias son menores (rangos de variación inferiores a 3°C). El efecto más importante de las diferencias en temperatura entre años puede producirse en los meses más cercanos al invierno (noviembre y marzo) ya que podría influir en el acortamiento o alargamiento de la parada invernal del crecimiento de la vegetación.

EL PINTADO.

	S	O	N	D	E	F	M	A	M	T
máximas ( $\bar{X}$ )	29.9	23.5	17.8	14.4	14.0	14.7	17.1	19.6	23.6	22.6
intervalo +/-	4.4	4.9	3.3	2.2	2.9	2.5	3.8	3.6	5.3	0.9
mínimas ( $\bar{X}$ )	14.3	10.3	6.1	3.3	2.8	4.3	5.2	7.5	10.2	9.3
intervalo +/-	2.3	2.5	2.8	2.9	2.9	3.5	2.3	2.1	2.5	1.1
medias ( $\bar{X}$ )	22.1	16.9	11.9	8.8	8.4	9.5	11.1	13.5	16.9	15.9
intervalo +/-	2.3	2.6	1.7	1.6	2.1	1.3	2.2	1.9	3.5	1.3

CALA

	S	O	N	D	E	F	M	A	M	T
máximas ( $\bar{X}$ )	30.2	23.7	18.1	14.5	14.2	15.1	17.8	20.4	24.1	23.0
intervalo +/-	5.3	4.7	4.0	2.7	2.5	2.6	4.6	3.8	5.3	2.0
mínimas ( $\bar{X}$ )	15.3	11.9	7.5	4.9	4.2	4.2	6.3	8.3	10.9	10.3
intervalo +/-	2.9	2.9	2.8	3.3	3.3	2.9	3.0	2.5	3.1	1.8
medias ( $\bar{X}$ )	22.7	17.7	12.8	9.7	9.2	9.9	12.0	14.3	17.5	16.6
intervalo +/-	2.9	3.5	2.8	1.9	3.0	2.0	2.6	2.1	3.9	1.7

Tabla 4.1. Media e intervalo de confianza al 95% de las temperaturas máximas, mínimas y medias por meses y para el total anual, en las estaciones termométricas de El Pintado y Cala. Serie climática 1966-1985.

#### 4.1.2. Precipitación.

El estudio de las fluctuaciones en la precipitación se restringe a una sola estación pluviométrica: Cazalla de la Sierra, por ser la que presenta un registro mas largo (1931-1985). Dada la homogeneidad regional existente en las variaciones (apartado 2.2), los resultados obtenidos para esta estación pueden ser extrapolados al resto de la región de estudio.

Se ha analizado las variaciones en la precipitación a tres escalas de tiempo:

- anual. Se considera la precipitación total por años agrícolas.
- estacional. Se considera la precipitación por estaciones climáticas. Concretamente el estudio se centra sobre aquellas en las que se desarrolla el ciclo vegetativo de las especies anuales (otoño, invierno y primavera).
- mensual. Se consideran aquellos meses comprendidos en las estaciones arriba citadas (septiembre-mayo).

#### 4.1.2.1. Variabilidad anual.

La evolución de la precipitación total anual durante el periodo de 54 años estudiados (figura 2.4) ilustra la frecuencia y amplitud de las fluctuaciones a esta escala de tiempo. El valor medio es de 833 mm, oscilando dentro de un

rango entre 400 mm en el año 1982-83 y 1886 mm en 1935-36. El coeficiente de variación es de 35% .

La distribución de frecuencias por intervalos de precipitación (figura 4.1a) muestra una gran dispersión, con una configuración bimodal. La primera moda se presenta entre 500 y 600 mm. La segunda en la media anual, entre 800 y 900 mm.

Si se consideran como años secos aquellos cuya precipitación esta en el intervalo de la primera moda (400-700 mm), medios a los que estan en el intervalo de la segunda moda (700-1000 mm) y húmedos los de la cola de la distribución (>1000 mm), los primeros son los mas frecuentes (38% del total; uno de cada 2.6 años), seguido de los medios (36.7%; uno de cada 2.7 años); los húmedos son los más escasos, aunque su frecuencia es alta (24.5%; uno de cada 4.1 años)

En conjunto, la precipitación total anual muestra una gran irregularidad, siendo casi equiprobable la existencia de años de tipo secos, medios o húmedos en el clima de la región.

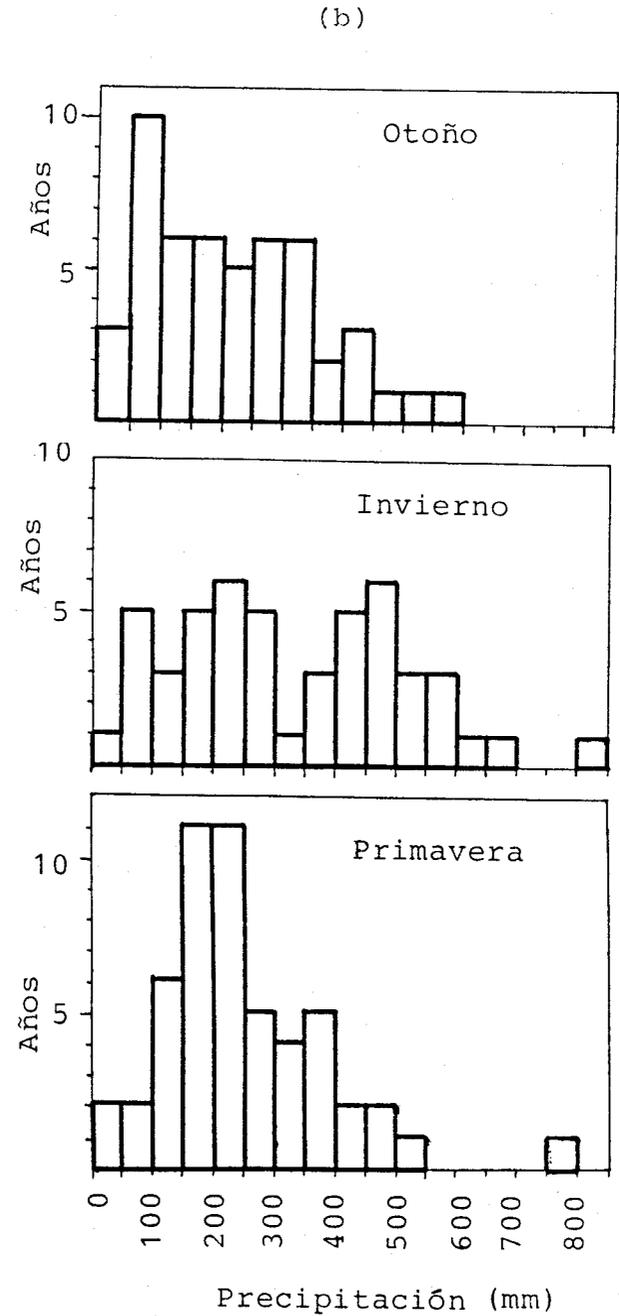
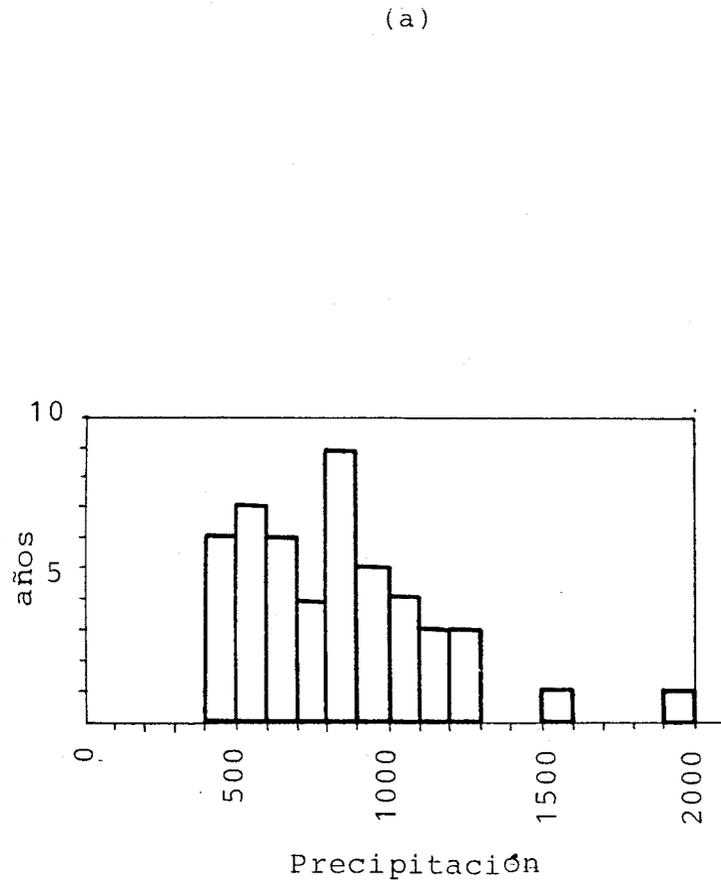


Figura 4.1. Distribución de frecuencia por clases de precipitación; (a): total anual (años agrícolas); (b): por estaciones (otoño, invierno y primavera). Serie climática 1931-1985. Cazalla de la Sierra.

#### 412.2. Variabilidad estacional.

Los meses que incluye cada estación son los siguientes:

otoño: septiembre  
octubre  
noviembre

invierno: diciembre  
enero  
febrero

primavera: marzo  
abril  
mayo

Las estaciones del año consideradas no se ajustan a las astronómicas con exactitud. Sin embargo, las diferencias son despreciables (Oliver-Moscardo et al., 1979; Cabezas, 1985), y esta delimitación facilita enormemente el tratamiento de datos.

El valor medio de la precipitación en otoño es de 218.6 mm, lo que representa un 26% del total anual. El rango de variación para el periodo estudiado oscila entre 36 (1971-72) y 592mm (1961-62) con una fuerte dispersión en relación a la media (coeficiente de variación del 62%). La distribución por clases de precipitación se presenta sesgada hacia valores bajos, siendo los más frecuentes los comprendidos entre 50 y 100 mm (figura 4.1b).

En invierno la precipitación media es de 330.7 mm (39.7% del total anual), oscilando entre 22 y 837 mm en los años 1980-81 y 1935-36 respectivamente. El coeficiente de

variación es menor que en el periodo de otoño (55%). La distribución por clases tiene una configuración bimodal (figura 4.1b), con las máximas frecuencias en las clases correspondientes a 200- 250mm y 450-500mm.

Por ultimo, en primavera la precipitación media es de 247.9mm (29.7% del total anual), fluctuando entre 18mm (1938-39) y 788mm (1935-36). El coeficiente de variación es igual que el para la estación invernal (55%). La distribución de frecuencias por intervalos presenta un sesgo hacia clases de baja precipitación, estando la moda en el intervalo de 150-250mm.

En resumen, otoño presenta la máxima irregularidad (65%), con una mayor probabilidad de tener escasas precipitaciones. Invierno y primavera muestran tambien un gran variación, pero menor que el otoño (55%).

#### 412.3 Variabilidad mensual.

La precipitación media mensual presenta valores mas altos en los meses invernales, y en los mas cercanos a esta estación: noviembre y marzo (tabla 4.2).

Los altos coeficientes de variación para todos los meses muestra la gran irregularidad existente a esta escala temporal. La distribución de frecuencias por intervalos para los distintos meses (figura 4.2) muestran una gran dispersión, con un sesgo hacia valores bajos, de forma que la

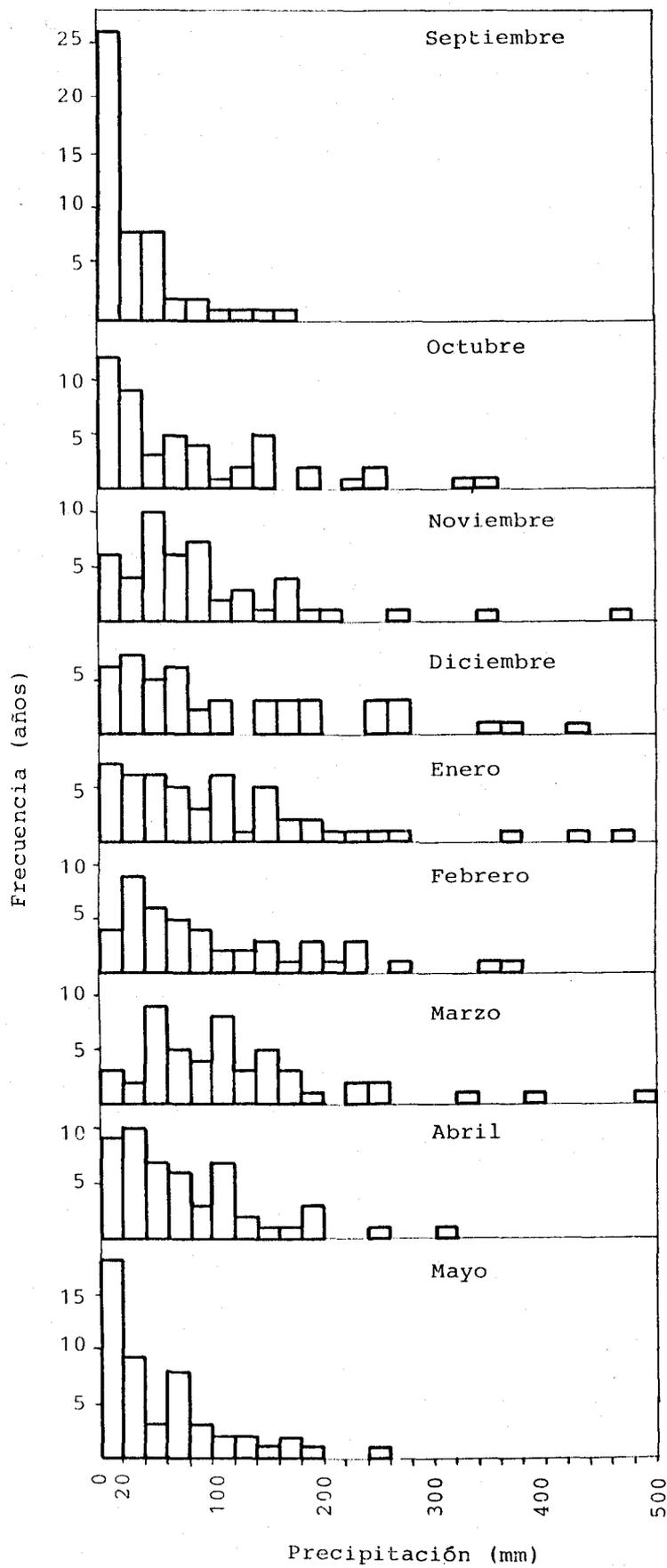


Figura 4.2. Distribución de frecuencias por clases de precipitación mensual. Serie climática 1931-1985. Cazalla de la Sierra.

moda se situa en clases correspondientes a precipitaciones mas bajas que la media. Esta característica es mas acusada en los meses mas cercanos a la estación veraniega (septiembre, octubre y mayo), teniendo la moda en la clase mas baja (0-20mm) y a su vez coeficientes de variación mas altos (>100%, tabla 4.2).

	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
PRECIP ( $\bar{X}$ )	31.8	84.0	105.1	117.0	111.5	95.1	117.7	74.2	55.2
C.V. (X)	120.7	100.4	90.6	88.9	94.5	92.3	80.6	88.0	100.4

Tabla 4.2. Precipitación media mensual y coeficiente de variación (%) por meses en Cazalla de la Sierra, para la serie climática 1931-1985.

En resumen, aunque existe una gran irregularidad, tanto a nivel anual como por estaciones y meses, ésta es de mayor magnitud en los extremos del ciclo y concretamente en los meses de interfase entre el verano y el periodo durante el que transcurre el ciclo de desarrollo de la vegetación.

#### 4.2. FRECUENCIA Y DISTRIBUCION DE PERIODOS DE SEQUIA DENTRO DEL AÑO.

Una caracterización de los meses en secos y húmedos en función del balance hídrico que presenten permite estudiar la recurrencia estadística de periodos favorables o desfavorables para la vegetación durante el ciclo anual. Para ello se toma el criterio de que un mes se presenta seco,

o con balance hídrico desfavorable cuando la precipitación es inferior al doble del valor numérico de la temperatura:  $P < 2T$  (Daget, 1977).

Dada la inexistencia de datos de temperatura en la estación meteorológica de Cazalla de la Sierra, se utilizan los datos de media mensual de una estación cercana (El Pintado).

El criterio propuesto presenta algunas limitaciones que es necesario señalar:

- Al tomar los valores medios de las temperaturas para una serie de años y no las temperaturas de cada año se cometen errores. Para estimar la magnitud de éstos se ha calculado el rango de precipitación dentro del cual se puede producir esta eventualidad, partiendo del rango de variabilidad sobre la temperatura media mensual (tabla 4.1). Para todos los meses existe una probabilidad muy baja de caracterizar un año erróneamente (un año de cada 10).

- Se utilizan datos de una estación meteorológica diferente de la estudiada (aunque se encuentran a sólo 10 kilómetros de distancia). Aunque no se puede calcular el error derivado de este aspecto, éste debe ser bajo; como hemos visto anteriormente, las diferencias en temperatura entre dos situaciones extremas en la Sierra (El Pintado y Cala), no superan  $1^{\circ}\text{C}$  para los meses considerados (tabla 4.1), lo que indica una diferencia menor de 2 mm sobre el

criterio tomado en el caso mas extremo.

La frecuencia con que se producen meses secos y humedos es muy diferente a lo largo del año (tabla 4.3).

meses	%
Septiembre	80.0
Octubre	36.0
Noviembre	14.3
Diciembre	14.3
Enero	14.3
Febrero	16.3
Marzo	11.8
Abril	25.5
Mayo	50.9

Tabla 4.3. Porcentaje de meses secos ( $P < 2T$ ) para la serie climática 1931-1986.

Septiembre presenta la máxima frecuencia de ser seco (80% de los años). Le siguen mayo, octubre y abril. El resto presentan frecuencias inferiores al 20%. Así pues, a pesar de que la dispersión es muy alta en todos los meses (tabla 4.2), ello no tiene igual relevancia para la vegetación en distintos periodos del ciclo. En invierno, debido a las bajas temperaturas, hay menor probabilidad de que haya déficit hidrico. Por el contrario, los meses correspondientes a los extremos del ciclo (septiembre, octubre y mayo, y sobre todo el primero y el último) se presentan secos con mayor frecuencia por tener temperaturas más altas, menor precipitación y mayor irregularidad.

Queda por establecer que probabilidad hay de que coincidan varios meses secos dentro del ciclo anual; de esta forma se puede estimar la duración de los periodos de sequía durante el desarrollo de la vegetación y si esta guarda relación con la precipitación total anual.

Para ello, se ha estimado (a partir de la tabla del apendice II) la probabilidad de que coincida distinto número de meses secos entre septiembre y mayo, para el conjunto de los años estudiados y según su precipitación total (años secos, medios y húmedos (tabla 4.4)).

	N° meses secos					
	0	1	2	3	4	5
% sobre el total	0	18.7	29.2	29.2	16.7	6.3
% sobre secos	0	0	31.6	21.1	31.6	15.8
% sobre medios	0	27.8	27.8	33.3	11.1	0
% sobre húmedos	0	33.0	33.0	33.0	0	0

Tabla 4.4. Probabilidad, expresada en porcentajes frente al total, de que haya 0, 1, 2, 3, 4 ó 5 meses secos en el periodo septiembre-mayo, para el total de años y para los años secos (<700 mm), medios (700-1000 mm) y húmedos (>1000 mm). Serie climática 1931-1985 en Cazalla de la Sierra.

Destaca la ausencia de años que no presenten al menos un mes seco. La mayor probabilidad es que haya 2 ó 3 meses de estas características (59.6 %), siendo frecuentes los años con 4 ó 5 meses con déficit hídrico (23 %). Parece existir

una relación entre el número de meses secos y la precipitación total. La probabilidad de tener más de 3 meses secos desciende al aumentar ésta; es muy alta en años con lluvias inferiores a 700 mm (47.4 %) -que además presentan siempre más de dos meses con estas características- y nula en aquellos cuya precipitación es superior a 1000 mm.

Si se examina el reparto de la precipitación por estaciones (tabla 4.5) en otoño se da la máxima probabilidad de que más de la mitad del periodo (2 ó 3 meses) tenga déficit hídrico (38 %) seguido de la primavera (20 %). Esta probabilidad es mayor en los años secos que en el resto. En invierno, la probabilidad de sequía es muy baja, el 63.3 % de los años que no presentan déficit hídrico, no existiendo diferencias relacionadas con la precipitación total.

Las diferencias en precipitación entre años guardan una cierta relación con el reparto de las lluvias, con una tendencia al acortamiento del periodo húmedo en los años más secos y pocas diferencias en el invierno. De todas formas, aún en los años con precipitación media o alta, la probabilidad de sequías en otoño y primavera es elevada.

#### 4.3. FLUCTUACIONES EN PRECIPITACION DURANTE EL OTOÑO.

Numerosos autores señalan la importancia del periodo de germinación e implantación sobre la composición y producción de las comunidades constituidas por herbáceas anuales (Heady,

N° meses secos	tipo de año	otoño		invierno		primavera	
0	(S)		33.2		35.2		27.8
	(M)	12.0	50.1	63.3	32.3	35.3	44.4
	(H)		16.7		32.5		27.8
1	(S)		20.4		38.6		38.1
	(M)	50.0	52.1	26.5	45.6	45.1	33.0
	(H)		27.5		15.8		28.6
2	(S)		62.1		60.0		62.3
	(M)	34.0	12.3	10.2	40.0	15.7	25.2
	(H)		25.6		0.0		12.5
3	(S)		100.0		0.0		50.0
	(M)	4.0	0.0	0.0	0.0	3.9	50.0
	(H)		0.0		0.0		0.0

Tabla 4.5. Probabilidad, expresada como porcentaje del total, de que haya 0,1,2 ó 3 meses secos en las tres estaciones en las que se desarrolla la vegetación. Se ha calculado la contribución de los años secos (<700 mm), medios (700-1000 mm) y húmedos (>1000 mm) a cada probabilidad.

Secos (S)

Medios (M)

Húmedos (H)

1958; Hufstader, 1978; Bartolome, 1979; Oriente et al., 1980; Breman et al., 1982).

En otoño se produce la germinación e implantación del pasto; la gran irregularidad observada en la precipitación durante este periodo, con una alta frecuencia de sequías, puede afectar en gran medida a la vegetación, teniendo consecuencias importantes sobre la composición, ya que el estadio de plántula es la fase más vulnerable del ciclo de vida de las plantas (Harper, 1977).

Ello lleva a un estudio mas detallado de las fluctuaciones en esta estación, centrando la atención en aquellos aspectos que mas relevancia pueden tener sobre la implantación de las comunidades estudiadas:

- 1.- Momento en que se producen las primeras lluvias desencadenantes de la germinación: probabilidad de incidencia de este fenómeno a lo largo del periodo otoñal.
- 2.- Carácter y magnitud de las fluctuaciones, tanto en lo que concierne a la cantidad como al número de días en los que se registran precipitaciones, por periodos decenales.

Para el estudio se han escogido periodos de diez días, dado que en esta fase la vegetación es especialmente sensible a cambios hidricos en cortos intervalos de tiempo. Según Breman et al. (1982), diez días es el periodo mínimo en el

cual modificaciones en los parámetros climáticos pueden tener un efecto observable sobre la vegetación. Por otro lado, son suficientemente amplios (3 periodos por mes) como para facilitar el tratamiento de datos.

Para estudiar la distribución en el otoño de las primeras lluvias capaces de desencadenar la germinación, que según Murphy et al. (1976) son aquellas comprendidas entre 12,5 y 25 mm, se ha calculado la frecuencia con que inciden por primera vez lluvias superiores a 10, 15 y 20 mm (figura 4.3).

Las lluvias superiores a 10 mm muestran una máxima frecuencia en septiembre, estando la moda localizada en la última decena de este mes. Para lluvias superiores a 15 mm, la moda está situada en este mismo periodo, pero octubre en conjunto presenta mayor probabilidad. Por último, para una intensidad superior a 20 mm la distribución es bimodal, con máximos en la primera decena de octubre y primera de noviembre. En este caso, la probabilidad de un primer periodo de lluvias de estas características se distribuye de una forma mas homogénea durante los tres meses. En conjunto, la máxima probabilidad de comienzo de la otoñada se encuentra en el periodo comprendido entre la última semana de septiembre y la primera de octubre.

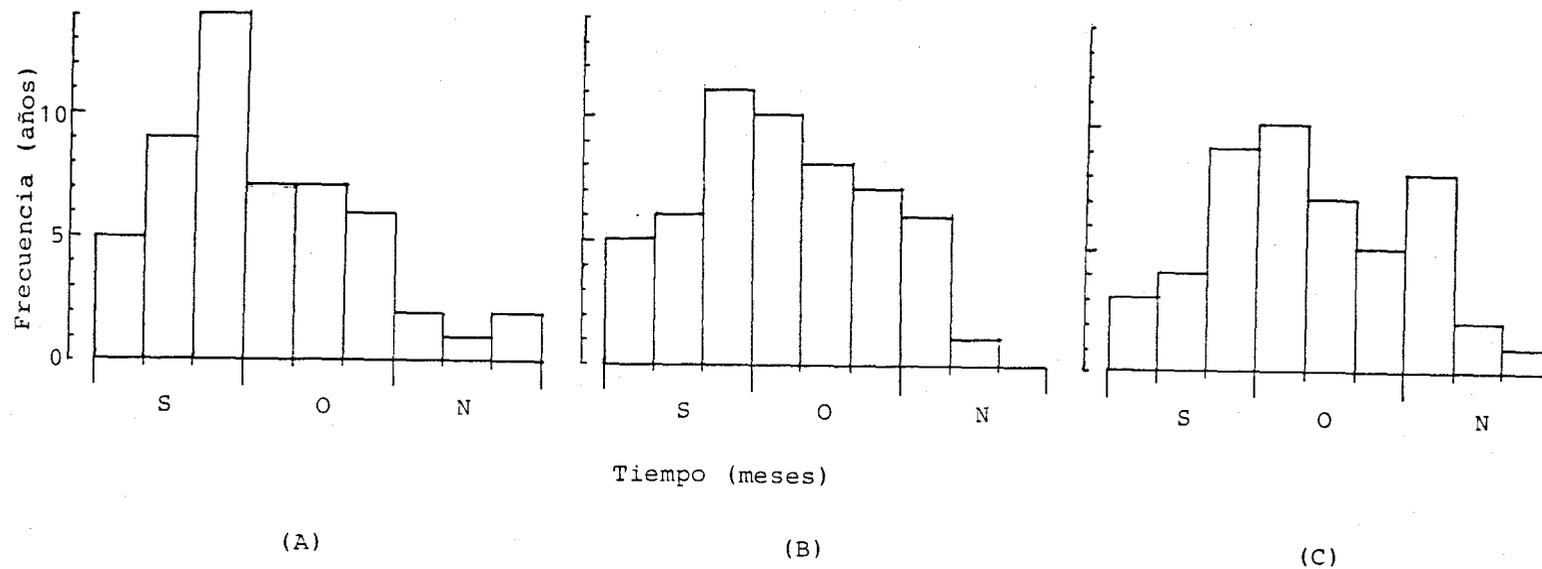


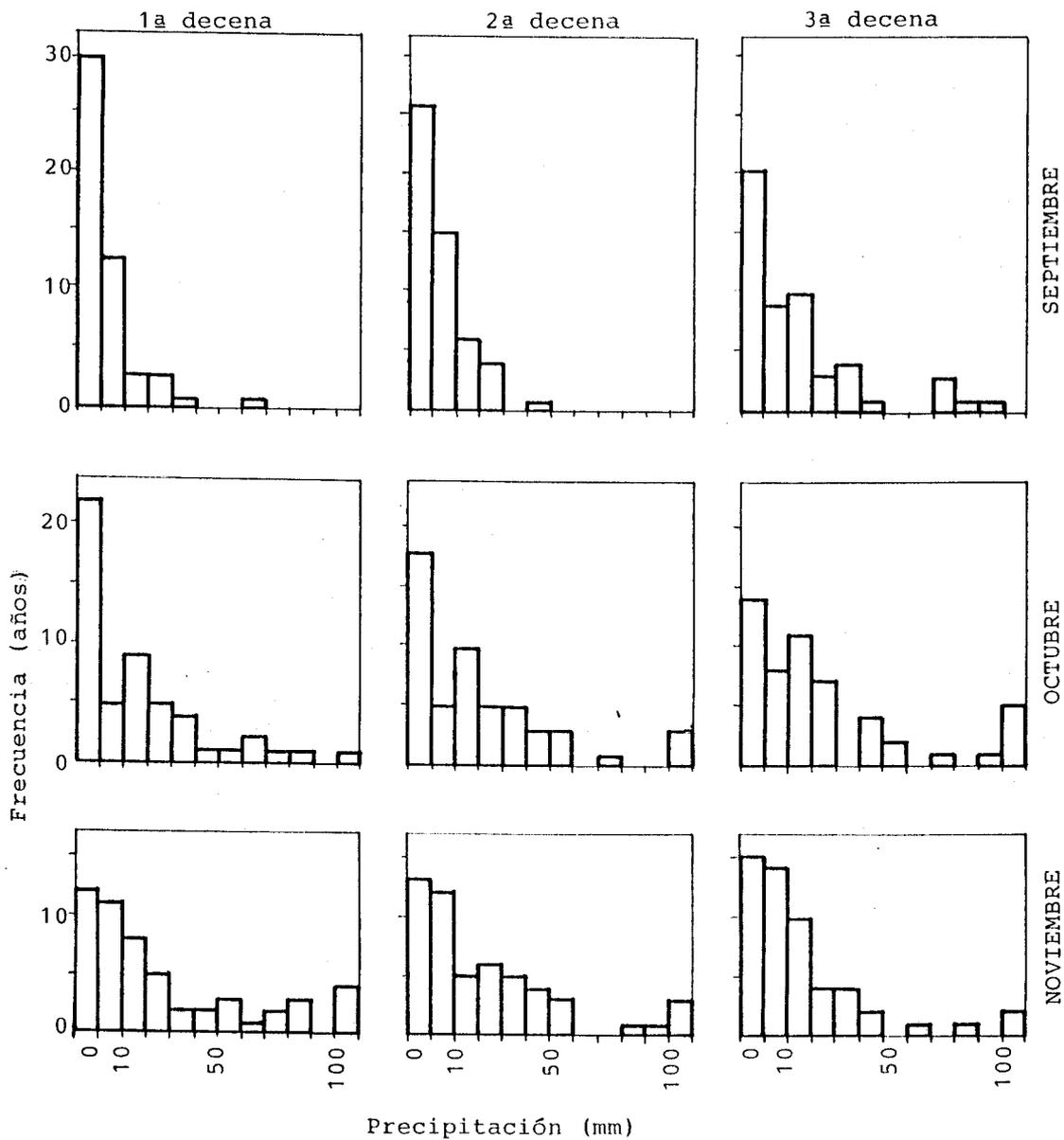
Figura 4.3. Frecuencia con la que se presentan primeras lluvias en el año agrícola superiores a 10mm (A); 15 mm (B); 20 mm (C), por periodos decenales en otoño. Cazalla de la Sierra (serie climática 1931-1985).

La distribución de frecuencia de precipitación en cada decena (figura 4.4) muestra que la moda se sitúa siempre en el primer intervalo (ausencia de lluvias), siendo las clases de precipitación más altas progresivamente menos frecuentes. Conforme avanza la estación esta clase desciende, aumentando las correspondientes a valores altos.

Las distribución de frecuencia del número de días con lluvias (figura 4.5) muestran un mejor reparto de éstas en las decenas más cercanas al invierno. En septiembre es muy poco probable que llueva más de tres días por decena.

La comparación de estos resultados muestra que la probabilidad de implantación del pasto en las dos primeras decenas de septiembre es escasa. La baja frecuencia de lluvias superiores a 10 mm, centradas por otra parte en 1 ó 2 días; la alta probabilidad de que no llueva en la siguiente decena y las temperaturas elevadas que se registran en este periodo dan lugar a que el stock hídrico del suelo no sea suficiente para desencadenar la germinación.

La mayor probabilidad de que ésta se produzca se encuentra a finales de septiembre-principios de octubre. El hecho de que las condiciones sean semejantes a las del mes de septiembre (bajas precipitaciones en pocos días, con alta frecuencia de que no llueva en las decenas posteriores) implica que hay una probabilidad alta de que haya germinación, pero que el pasto no llegue a implantarse



**Figura 4.4.** Distribución de frecuencia por clases de precipitación por periodos decenales en los meses de septiembre, octubre y noviembre (tres periodos por mes); Cazalla de la Sierra (serie 1931-1985).

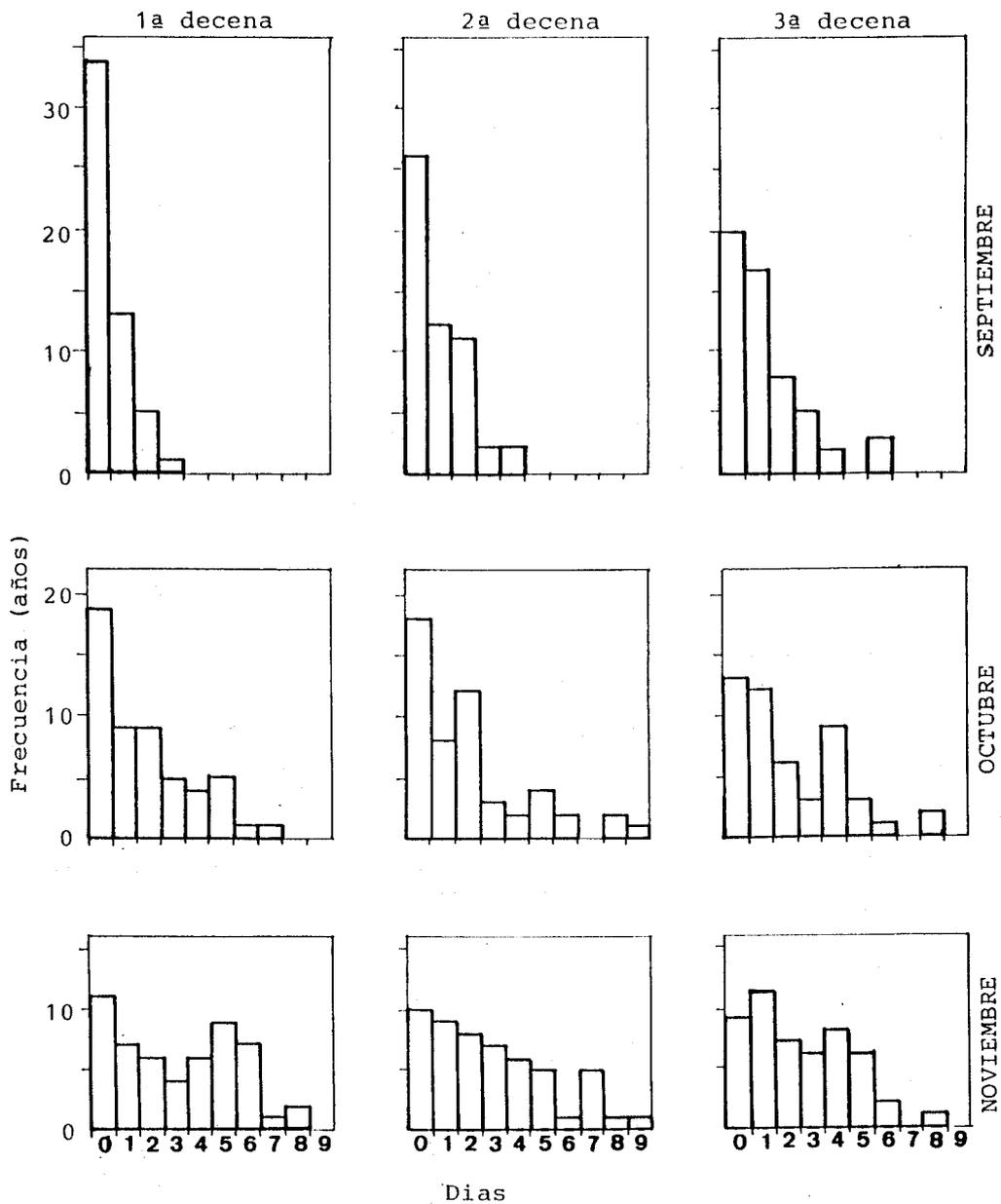


Figura 4.5. Distribución de frecuencia del número de días en los que se registra precipitación, por periodos decenales en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Cazalla de la Sierra (serie climática 1931-1985).

("germinación falsa"). La probabilidad del éxito en la implantación aumenta pues conforme avanza el otoño.

#### 4.4. DISCUSION.

El clima de la Sierra Norte presenta las siguientes características:

- precipitación elevada (600-900 mm) cercana al límite superior propuesto por algunos autores para el clima mediterráneo (900 mm; Aschmann, 1973).

- temperaturas invernales suaves, siendo raras las heladas.

- sequía veraniega prolongada, que abarca 4 meses (junio, julio, agosto y septiembre).

- fuerte irregularidad en la precipitación, siendo casi equiprobables los años secos (400-700 mm), medios (700-1000 mm) y húmedos (>1000 mm). Esta irregularidad se traduce con frecuencia en un acortamiento del periodo lluvioso. En los años secos es más probable que haya meses secos en otoño y primavera que en los medios y húmedos. La probabilidad de sequías en el invierno es baja en todos los años.

- probabilidad alta de que las primeras lluvias otoñales estén seguidas de periodos prolongados sin precipitación.

La gran irregularidad en la precipitación de la zona debe tener un efecto importante sobre la composición florística de un pasto compuesto casi en su totalidad por especies anuales, ya que afecta a dos periodos que son fundamentales en la reproductividad del sistema: la floración y producción de semillas en primavera y la germinación e implantación en el otoño.

#### 4.5. CARACTERIZACION DE LOS ANOS DE ESTUDIO (1982-83, 1983-84 Y 1984-85).

Los tres años agrícolas en los que se ha realizado el estudio han sido muy contrastados, tanto en precipitación total anual, como en su distribución (figura 4.6)

El primer año (1982-83) se caracterizó por ser extremadamente seco (400 mm), lo que representa menos de la mitad de la media anual (833 mm), siendo la mínima registrada en la serie de 55 años estudiada. El segundo (1983-84), la precipitación total fue cercana a la media (802 mm) y en el tercero (1984-85) 100 mm superior a ésta (931 mm).

Por estaciones, otoño presentó el valor más bajo (195 mm) en 1982-83, en relación a los dos años siguientes, con lluvias superiores a la media en más de 100 mm. Una característica común para los tres años es que la mayor parte de la precipitación en este periodo se centró en noviembre. En los dos primeros años septiembre y octubre fueron secos, mientras que en 1984-85 octubre fue húmedo (60 mm),

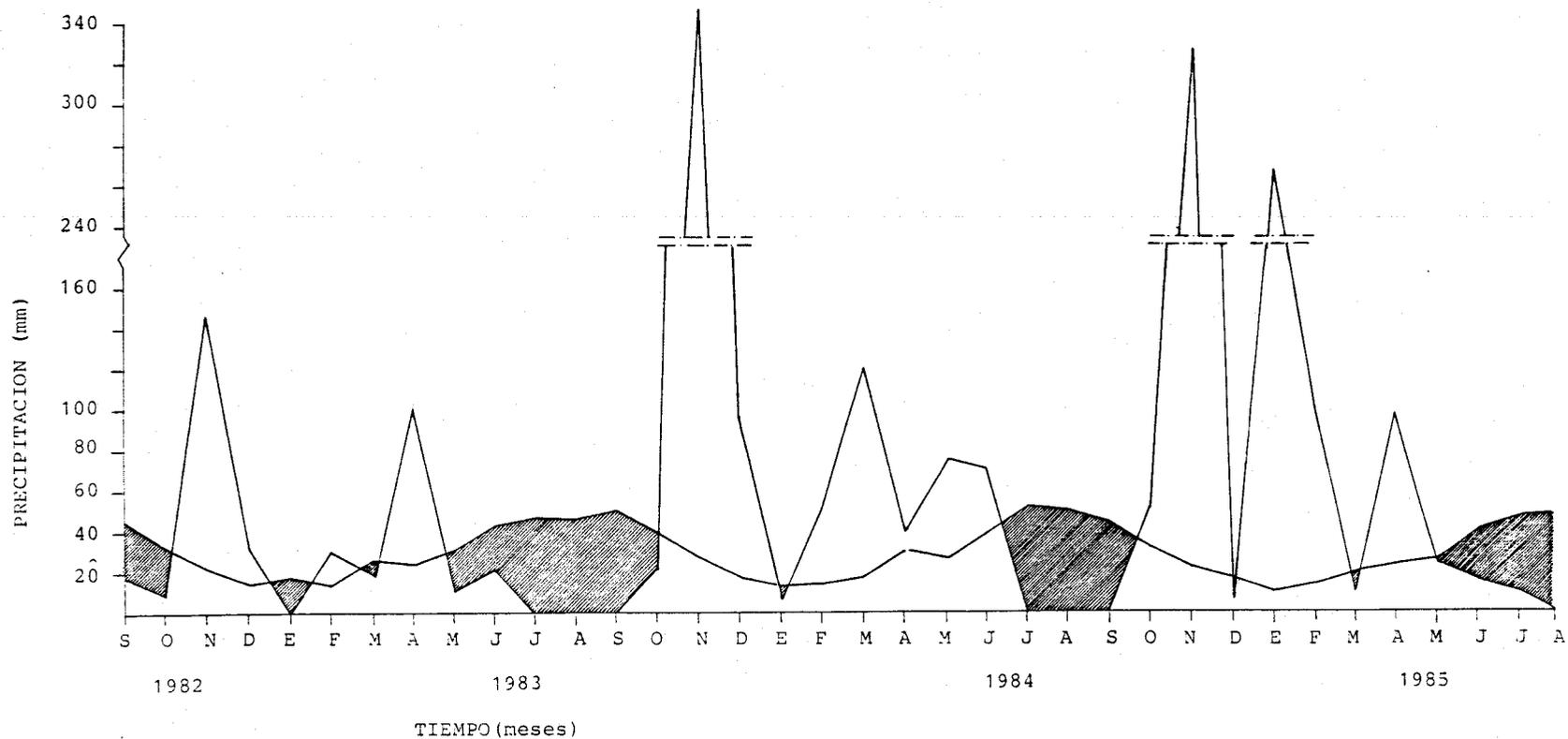


Figura 4.6. Evolución de la precipitación y temperatura mensual durante el periodo de estudio (1982-1985). Los periodos de déficit hídrico aparecen tramados. Cazalla de la Sierra.

adelantandose el periodo de lluvias en este año respecto a los dos anteriores.

En invierno, existió una gran diferencia en precipitación entre años. Mientras que en 1982-83 cayeron sólo 58 mm, en 1983-84 se registraron 190 mm y en el último año, 420 mm. A pesar de estas diferencias, en todos los casos se presentó un único mes con balance hidrico negativo (enero en el primer y segundo año y diciembre en el tercero).

Con respecto al periodo primaveral, el primero y último año tuvieron una precipitación similar y muy baja respecto a la media, con un patron mensual semejante (abril humedo, con 100 mm aproximadamente y marzo y mayo secos). Por el contrario, en 1983-84 se recogieron 252 mm en esta estacion, valor ligeramente superior a la media (248 mm), teniendo los tres meses un balance hidrico favorable.

5. EFFECTO DE LOS CAMBIOS TEMPORALES DE LA VEGETACION SOBRE LAS DIFERENCIAS ESPACIALES EN COMPOSICION FLORISTICA DE LOS PASTOS.

El objetivo de este capítulo es determinar la magnitud de las variaciones en composición y abundancia de las especies en el tiempo y si éstas modifican las diferencias espaciales entre comunidades relacionadas con otros factores: precipitación, suelo, manejo. La respuesta a esta cuestión condiciona la elección del método de estudio detallado de estos cambios, que permita sacar conclusiones generalizables para distintas comunidades estudiadas.

Si los cambios temporales modifican la tipificación espacial de las comunidades, como señala Figueroa (1980), existirán cortejos florísticos asociados a distintos patrones de distribución de la precipitación y el estudio se centrará en buscar similitudes y diferencias entre las especies que los componen.

Si por el contrario, las diferencias espaciales se mantienen en el tiempo, las comunidades son capaces de mantener su propia identidad; bien porque los cambios temporales sean poco importantes o porque existan cortejos florísticos diferentes asociados a distintas zonas. Este último caso nos llevaría a buscar alguna característica con la que agrupar las especies, que permitiera mostrar patrones temporales comunes de cambio.

Este estudio se ha realizado analizando los resultados del muestreo de las parcelas que recogen la variabilidad a nivel regional, durante la época de máxima floración (mayo).

Para estudiar si las diferencias espaciales en composición florística del pasto se mantienen en el tiempo, los resultados del muestreo de las 23 parcelas que recogen la variabilidad a nivel regional se sometieron a análisis factorial de correspondencias (Benzecri, et al., 1973).

Se han realizado los siguientes análisis:

- a) las matrices de inventarios/especies de cada año por separado (1983, 1984 y 1985), para ver si las diferencias en composición florística de las parcelas se mantienen en el tiempo.
- b) las matrices de inventarios/especies de dos en dos años (1983 y 1984; 1984 y 1985), para ver si existen tendencias comunes de cambio para todas las parcelas.

De cada matriz se han eliminado aquellas especies que aparecían en menos del 5% de los inventarios.

## 5.1. ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS ESPACIALES EN COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES.

### 5.1.1. Análisis factorial de los inventarios del año 1983.

Se realizó sobre una matriz de 23 inventarios y 88 especies. El porcentaje de inercia recogido por el conjunto de los tres primeros ejes es del 33.8%, repartiéndose para cada eje de la forma siguiente:

eje I: 13.2%  
eje II: 11.0%  
eje III: 9.6%

La figura 5.1 recoge la proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis.

El análisis diferencia los inventarios de cada finca, que aparecen agrupados entre sí con las excepciones que se verán mas adelante. Las parcelas de Castilblanco forman una nube extendida con dos parcelas cercanas al centro de coordenadas y el resto en la parte negativa de los ejes. Las especies asociadas a este grupo son *Cynodon dactylon*, *Molineriella minuta*, *Polycarpon tetraphyllum*, *Lolium rigidum*, *Bromus hordeaceus*, *Diploaxis catholica*, *Silene gallica*, *Phalaris aquatica* y *Echium plantagineum*. Estas son características de zonas subnitrófilas, de influencia poscultural, sobre suelos profundos (Rivas Goday y Rivas Martínez, 1963; Rivas Goday, 1964; González Bernáldez et al., 1976, Luis Calabuig et al., 1976).

Las parcelas de Cazalla-Almadén y las situadas sobre zonas más pendientes de Cazalla y El Pedroso se sitúan en la parte positiva del eje I. Las especies asociadas a este grupo son: *Logfia gallica*, *Tuberaria guttata*, *Andryala integrifolia*, *Stipa capensis*, *Plantago coronopus*, *Ornithopus pinnatus*, *Poa bulbosa*, *Coronilla repanda*. Son características de pastizales sobre suelos oligotrofos,

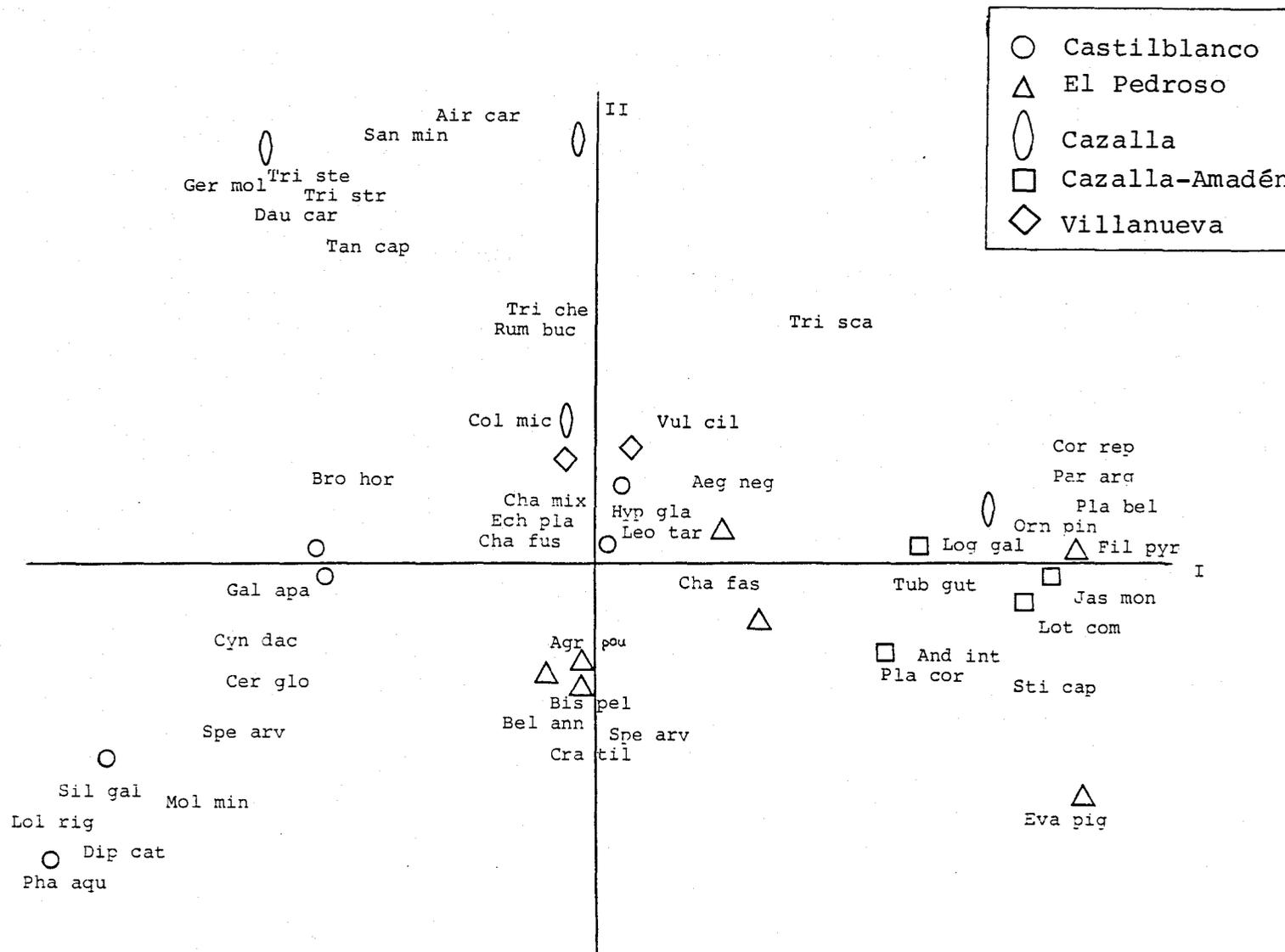


Figura 5.1. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1983. Los nombres de las especies utilizados en la representación gráfica aparecen en el apéndice III.

arenosos y de laderas con suelos esqueléticos, con predominio de la erosión y exportación de materiales (Gonzalez Bernáldez et al., 1976; Rivas Martínez et al., 1980). La presencia de *Stipa capensis* evidencia un cierto sobrepastoreo (Rivas Goday, 1964).

Los inventarios situados sobre las zonas más planas de El Pedroso están en el centro del eje I y en la parte negativa del II, situándose entre los dos grupos anteriormente citados. Las especies asociadas a este grupo son: *Agrostis pourretii*, *Spergularia purpurea*, *Bellis annua*, y *Lotus subbiflorus*. Son características de pastizales con suelos de baja fertilidad y humedad edáfica alta (Rivas Goday y Rivas Martínez, 1963; Luis Calabuig et al., 1976).

En el extremo positivo del eje II están los inventarios sobre las zonas más planas de Cazalla. Los de Villanueva aparecen hacia el centro de los ejes, entre este grupo y el de Castilblanco. Las especies asociadas a este grupo son: *Aira cupaniana*, *Trifolium striatum*, *Taneaterum caput-medusae*, *Daucus carota*, *Sanguisorba minor*, *Rumex acetosella* y *Trifolium cherleri*, siendo esta última especie, la única común a ambas fincas con cierta abundancia. Este grupo es de difícil interpretación.

La conjunción de los ejes I y II parecen recoger unas tendencias de variación de la vegetación relacionada con un gradiente hídrico-trófico. Las parcelas más xéricas y/o

oligotróficas se sitúan en la parte positiva del eje I (zonas más pendientes y Cazalla-Almadén) seguidas de El Pedroso (suelos arenosos y pobres con mayor humedad) y en el extremo negativo, Castilblanco, con suelos mas profundos y fértiles. Este gradiente recoge simultaneamente una variación a nivel regional (discriminación entre parcelas de cada finca) y local (discriminación entre zonas de diferente pendiente en una misma finca).

#### 5.1.2. Análisis factorial de los inventarios del año 1984.

El análisis se efectuó con 23 parcela y 96 especies. Los porcentajes de inercia recogidos por los tres primeros ejes son los siguientes:

eje I:	13.6%
eje II:	12.0%
eje III:	10.1%

La proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis aparece en la figura 5.2. Los inventarios se agrupan por fincas, ordenándose de una manera similar a 1983, aunque se produce una rotación del conjunto respecto a los ejes. Las parcelas de Castilblanco aparecen mas agrupadas que el año anterior, situándose en la parte negativa del eje I y positiva del eje II. Las especies asociadas a este grupo son esencialmente las mismas que en el año 1983.

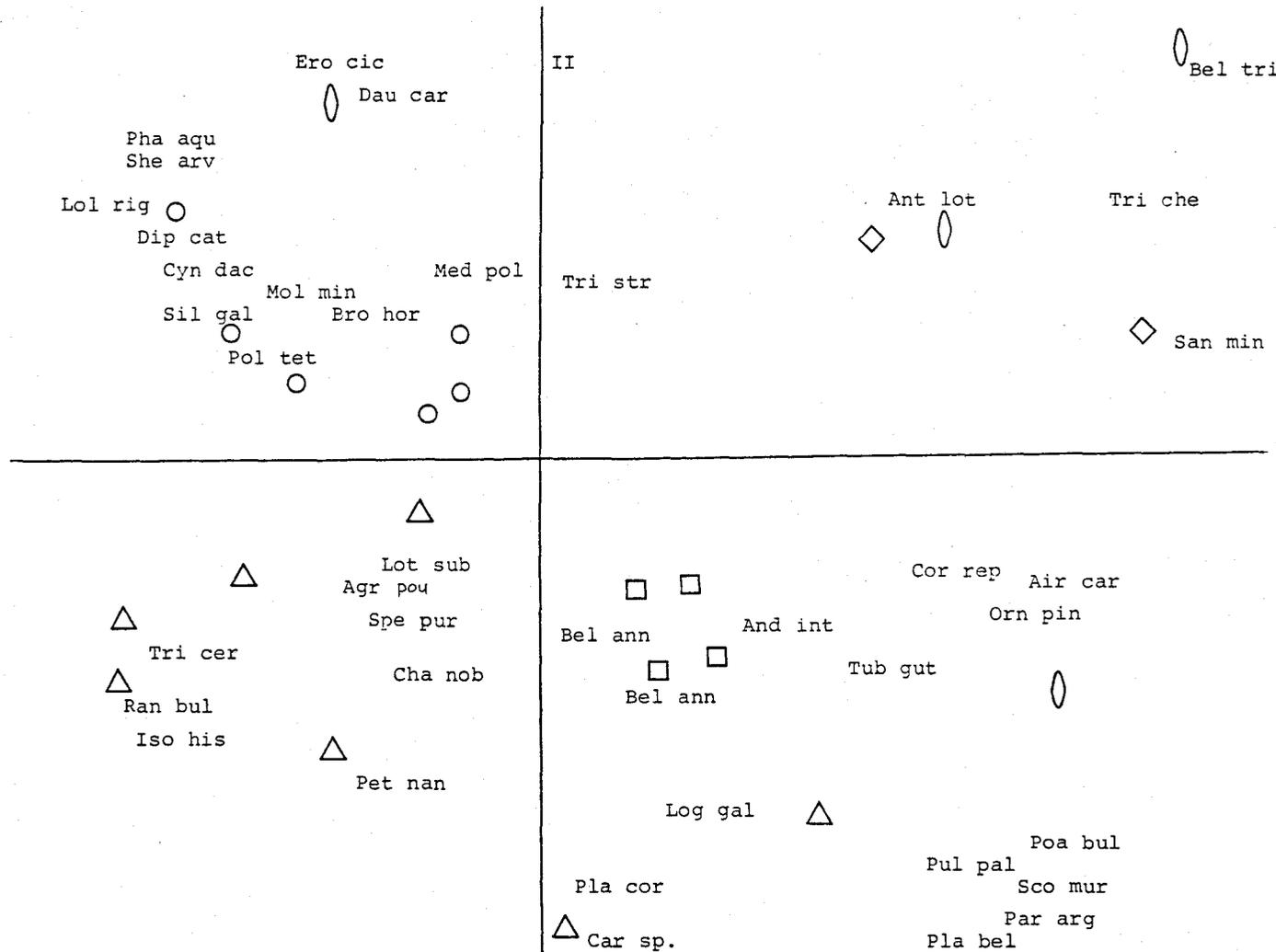


Figura 5.2. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1984. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1.

El grupo de inventarios de El Pedroso se sitúan en la parte negativa de los ejes I y II, quedando más alejado del centro de coordenadas que en 1983. A las especies asociadas a este grupo el año anterior (que siguen siendo determinantes este año) hay que añadir otras: *Trifolium cernuum*, *Isoetes histrix*, *Chaetopogon fasciculatus* y *Ranunculus bulbosus*. Son indicadoras de una mayor humedad edáfica, con cierto grado de encharcamiento estacional (Rivas Goday y Rivas Martínez, 1963; Rivas Martínez et al., 1980). La aparición de estas especies con una contribución alta sobre el eje II, así como una mayor contribución de las asociadas a este grupo el año anterior (*Agrostis pourretii* y *Lotus subiflorus*), determina una mejor discriminación de este grupo en 1984.

Los inventarios de Cazalla-Almadén y los situados sobre pendientes permanecen bien diferenciados en la parte positiva del eje I y negativa del II, con las mismas especies características que en 1983. Algunas especies que se situaban el año anterior entre este grupo y el de El Pedroso, *Bellis annua*, *Hedypnois cretica*, *Pulicaria paludosa*, *Brachypodium distachyon* y *Psilurus incurvus*, aparecen asociadas ahora a éste.

Los inventarios de Cazalla y Villanueva se sitúan en la parte positiva de los ejes I y II, a excepción de una parcela que se encuentra cercana al grupo de Castilblanco. Esta estuvo sometida a un fuerte sobrepastoreo, lo que produjo la eliminación de gran cantidad de especies, por lo que no es

comparable al resto.

La principal tendencia de variación de la vegetación según un gradiente hídrico-trófico permanece como en el año anterior, aunque este se hace mas nítido; se separan mejor las fincas debido a que la mayor precipitación registrada este año hace que aparezcan especies asociadas a encharcamiento temporal (en El Pedroso).

### 5.1.3. Análisis factorial de los inventarios de 1985.

Se realizó sobre una matriz de 23 inventarios y 90 especies. Los porcentajes de inercia recogidos por los tres primeros ejes del análisis son los siguientes:

eje I: 12.9%  
eje II: 11.0%  
eje III: 8.6%

La proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis se presenta en la figura 5.3. Se vuelve a encontrar la misma ordenación que en los años anteriores, aunque de nuevo se produce una rotación del conjunto respecto a los ejes en relación al año anterior.

Las especies asociadas a cada grupo son esencialmente las mismas que en años anteriores. Es de destacar, no obstante, la aparición en Castilblanco de *Avena barbata* y *Vulpia geniculata* como especies características. Estas especies se pueden considerar como subnitrófilas según Rivas

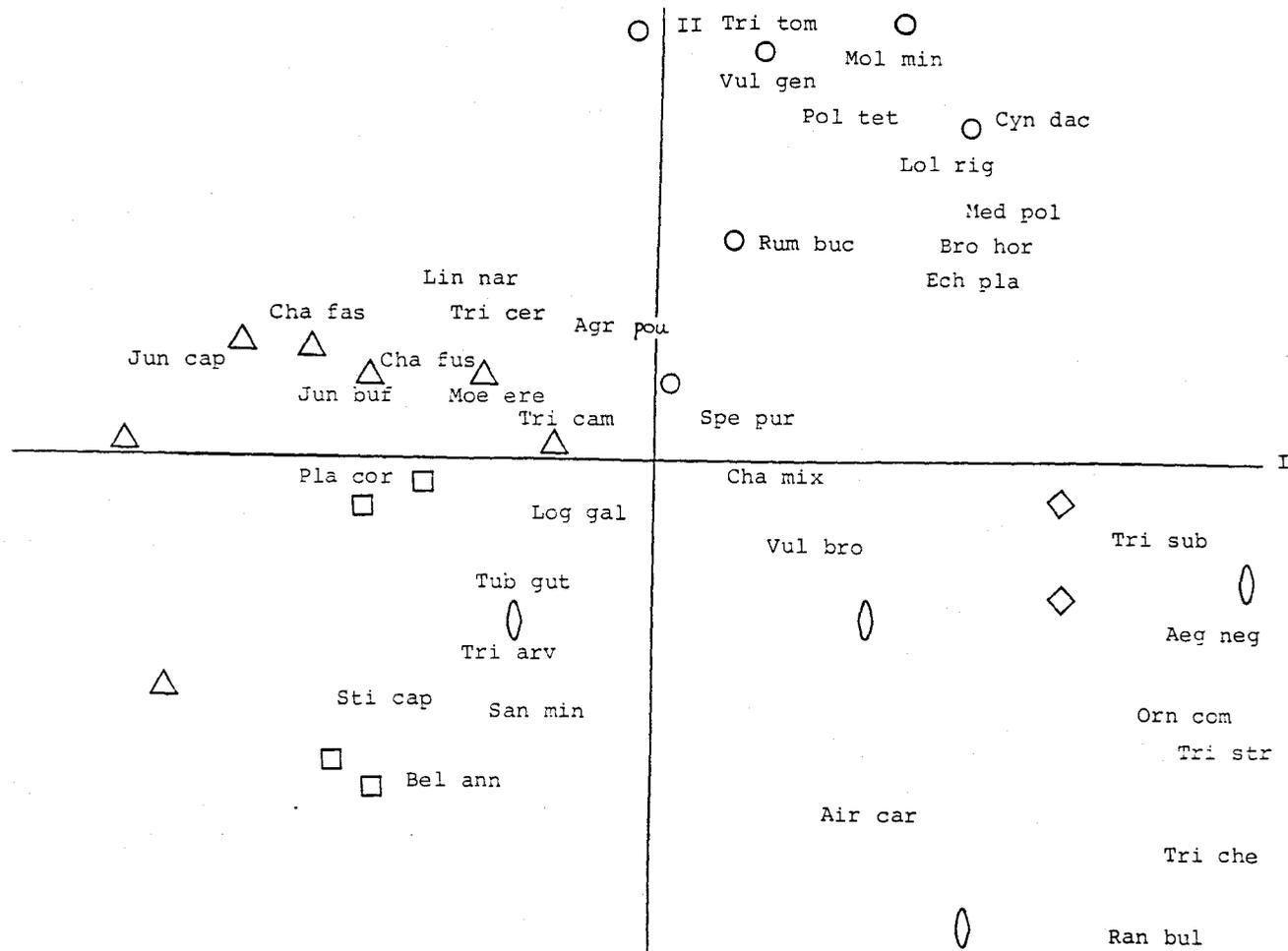


Figura 5.3. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1985. la simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1.

Goday (1964), como las ya citadas para esta finca en los años 1983 y 1984.

#### 5.1.4. Comparación de los 3 años estudiados.

Los inventarios realizados en cada finca aparecen siempre bien discriminados formando grupos diferenciados. Este resultado es similar al obtenido por Vacher (1984), sugiriendo que la influencia global de unas condiciones físicas y de manejo características de cada explotación dan lugar a un cortejo florístico diferenciado del resto. Ello no implica que este cortejo no sufra cambios en el tiempo, sino que las diferencias florísticas se mantienen entre unos grupos de inventarios y otros.

En los tres años estudiados, la principal tendencia de variación de la vegetación se relaciona con un gradiente hidrico-trófico recogido por los dos primeros ejes conjuntamente. Estos resultados coinciden con los de Vacher (1984), que señala esta tendencia de variación como la predominante en la Sierra norte. Las especies características de los extremos del gradiente son muy similares a las encontradas por este autor. En el extremo correspondiente a situaciones de mayor oligotrofia y menor humedad son características *Tuberaria guttata*, *Stipa capensis*, *Logfia gallica* y *Plantago coronopus* entre otras; en el extremo opuesto, en situaciones de mayor eutrofia y humedad, *Phalaris aquatica*, *Aegilops neglecta*, *Lolium rigidum*

y *Cynodon dactylon*.

En este caso, las parcelas situadas en zonas más pendientes, con mayor erosión están asociadas al conjunto de parcelas planas de Cazalla-Almadén, sobre suelos muy pobres y con una capacidad hídrica baja. Así pues, existe una cierta analogía entre un gradiente de tipo trófico y/o hídrico a nivel regional y un gradiente erosión-pedogénesis a una escala local. Esto coincide con los resultados de Marañón et al. (1978) y Sastre et al. (1982), según los cuales, los mismos tipos de pastizal que se distribuyen a escala regional, aparecen distribuidos localmente siguiendo un gradiente erosión-pedogénesis según la predominancia de uno u otro proceso. Esta analogía entre un gradiente hídrico-trófico a nivel regional y local no es recogido por Vacher, debido a que en su análisis regional no incluye situaciones sobre pendientes, aunque sí se detecta al analizar las explotaciones por separado.

## 5.2. IMPORTANCIA RELATIVA DEL ESPACIO FRENTE AL TIEMPO.

### 5.2.1. Análisis factorial conjunto de los inventarios de 1983 y 1984.

El análisis de correspondencias se realizó sobre una matriz de 46 inventarios (23 parcelas x 2 años) y 73 especies. Previamente se eliminaron las especies que aparecían en menos del 5% de los inventarios.

El porcentaje de inercia recogido por el conjunto de los tres primeros ejes es del 28.6%, repartiendose entre cada uno de ellos como sigue:

eje I: 11.4%  
eje II: 9.1%  
eje III: 7.9%

La figura 5.4 recoge la proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II.

Los inventarios de cada finca aparecen agrupados independientemente del año en que han sido realizados. El análisis discrimina estos grupos entre sí y los ordena según las mismas tendencias de variación descritas en los apartados anteriores. Sus especies características son las mismas que en 1983 y 1984 por separado.

El eje III (figura 5.5) recoge una tendencia general de todos los inventarios de 1984 a situarse más cerca de la parte negativa del eje que las de 1983. A esta parte del eje se asocian especies del género *Trifolium* (*T. arvense*, *T. campestre*, *T. cernuum*, *T. subterraneum* y *T. cherleri*), además de *Agrostis pourretii* y *Chaetopogon fasciculatus*, estas últimas, indicadoras de una mayor humedad edáfica.

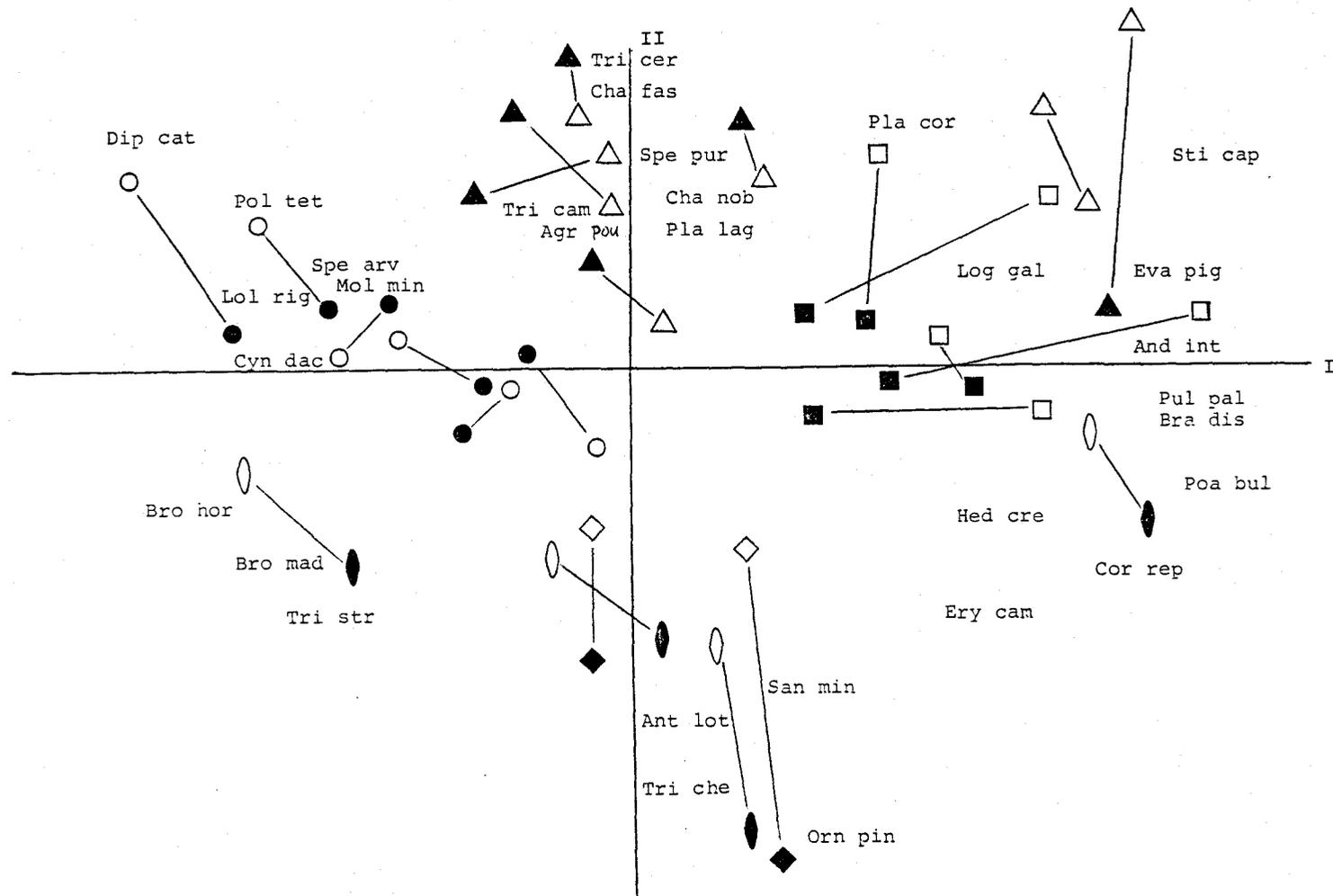


Figura 5.4. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1983 y 1984. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 1983: símbolos blancos; 1984: símbolos negros.

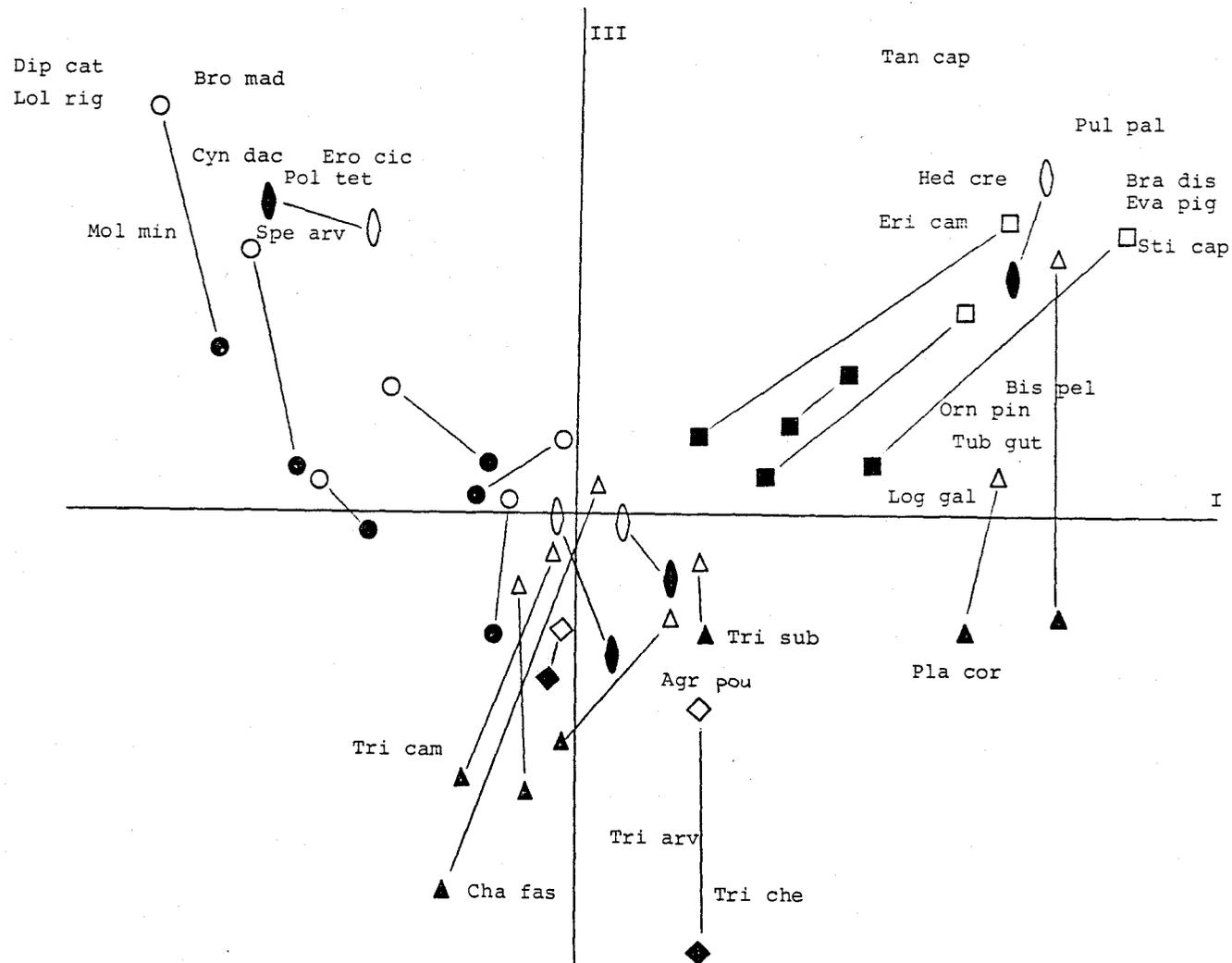


Figura 5.5. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y III del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1983 y 1984. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 1983: símbolos blancos; 1984: símbolos negros.

### 5.2.2. Análisis factorial conjunto de 1984 y 1985.

El análisis se realizó con 46 inventarios y 77 especies. Los tres primeros ejes recogen un porcentaje de inercia del 29.2%, repartiéndose de la forma siguiente:

ejeI: 11.1%  
ejeII: 10.5%  
ejeIII: 7.6%

La proyección de inventarios y especies en el plano definido por los ejes I y II se muestran en la figura 5.6.

Los resultados obtenidos son semejantes a los del análisis conjunto de 1983-1984; los inventarios de cada grupo aparecen asociados independientemente del año en que han sido realizados. Los grupos se ordenan según el gradiente ya descrito y las especies que los caracterizan son esencialmente las mismas que en cada año por separado.

La proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y III (figura 5.7) muestra que los inventarios de 1985 tienden a situarse más cerca de la parte positiva de este último eje que los de 1984. A los inventarios de 1985 tienden a asociarse especies de gramíneas: *Bromus madritensis*, *Holcus setiglumis*, *Taneaterum caput-medusae*, *Cynodon dactylon*, *Agrostis pourretii* y *Vulpia geniculata*, mientras que en la parte negativa del eje III donde tienden a localizarse los inventarios de 1984 se sitúan especies de leguminosas (*Trifolium cernuum*, *T. tomentosum*,

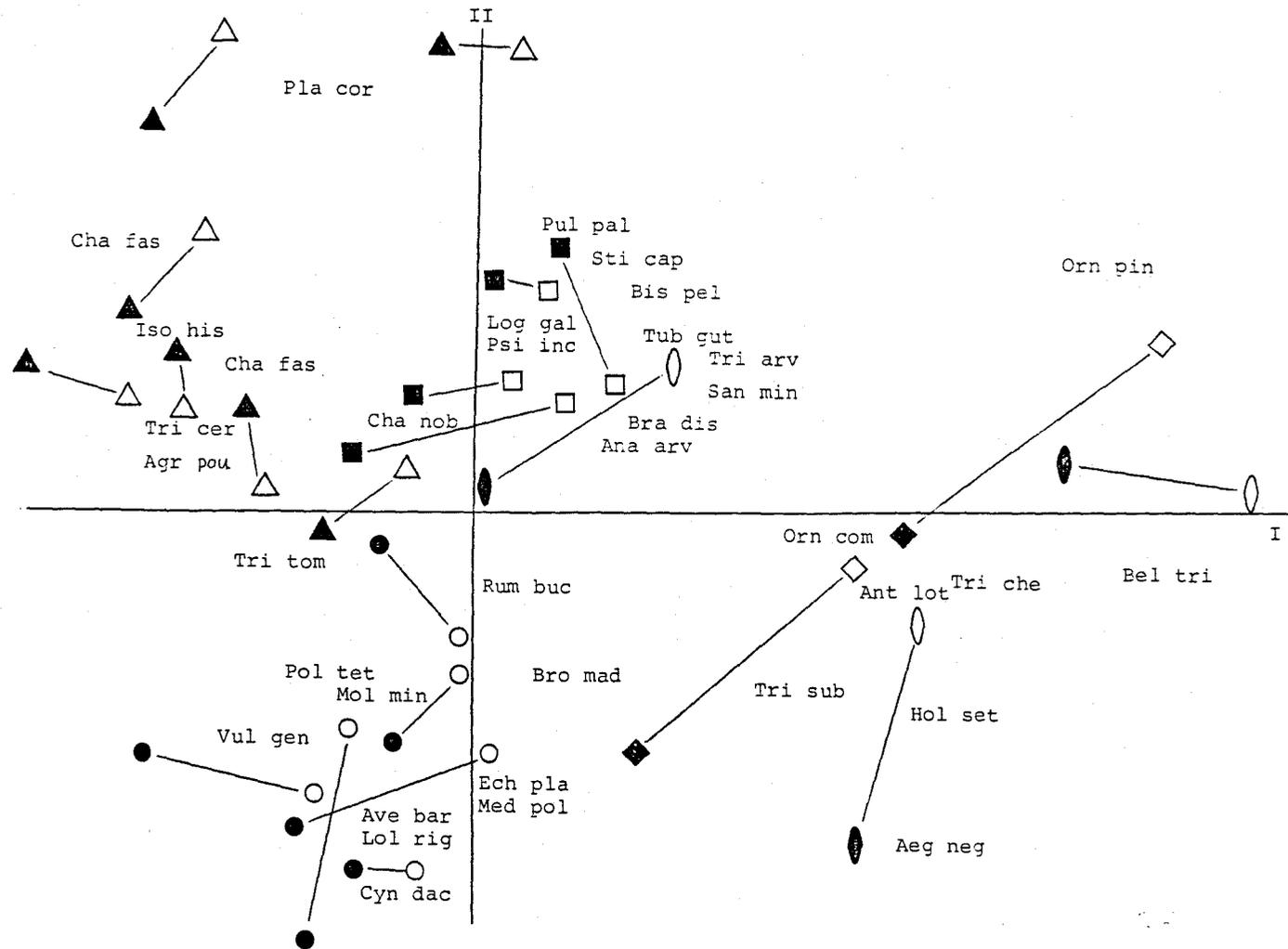


Figura 5.6. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y II del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1984 y 1985. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 1984: símbolos blancos; 1985: símbolos negros.

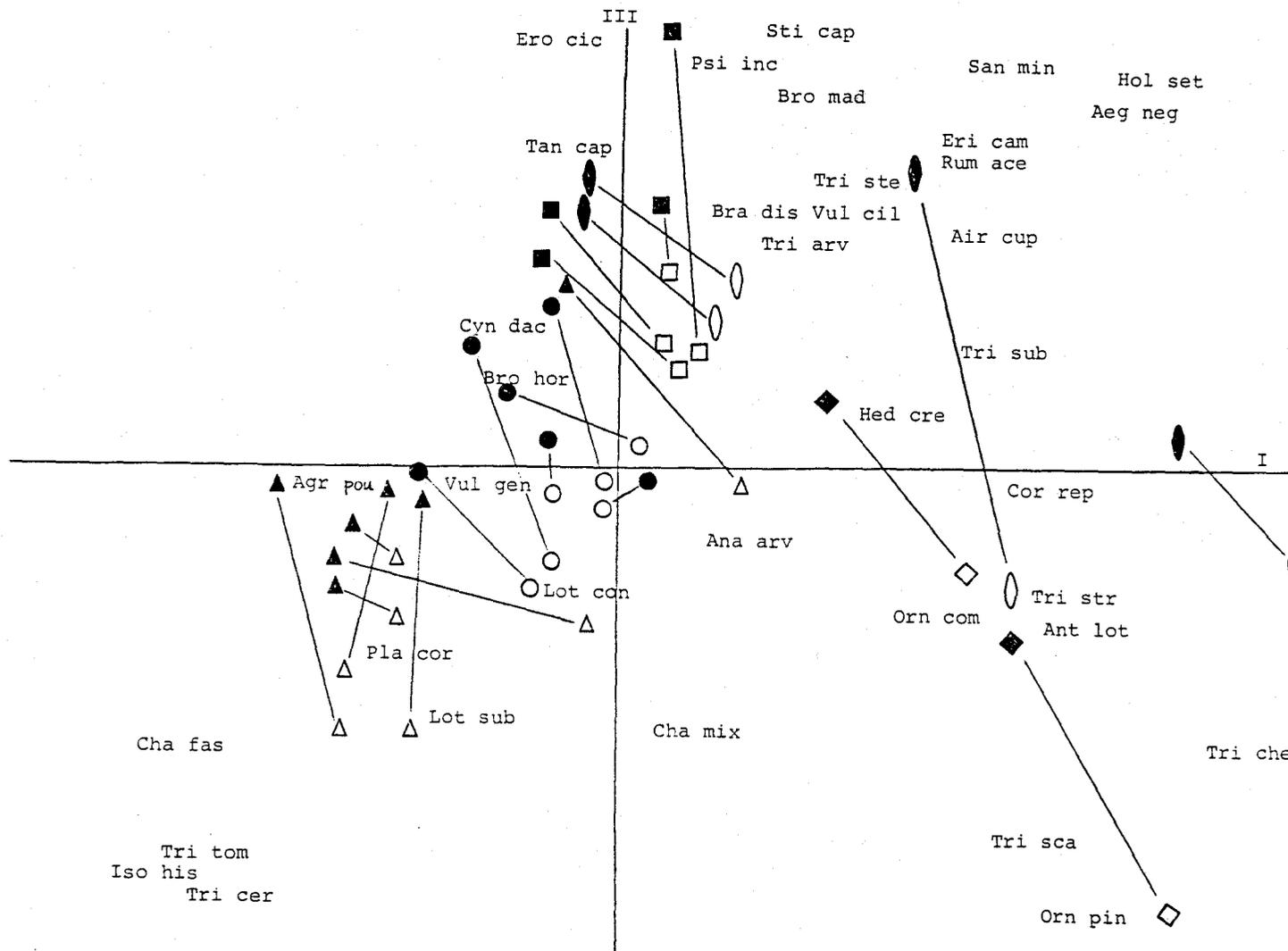


Figura 5.7. Proyección de inventarios y especies sobre el plano definido por los ejes I y III del análisis de correspondencias de los inventarios realizados en 1984 y 1985. La simbología utilizada es la misma que la de la figura 5.1. 1984: símbolos blancos; 1985: símbolos negros.

T. scabrum, Lotus subbiflorus).

En ambos análisis los dos primeros ejes recogen las tendencias de variación a nivel espacial (gradiente hidrico-trófico, a nivel regional y local) el tercer eje demuestra la existencia de cambios temporales en la vegetación que sigue una pauta generalizable para la mayoría de los inventarios.

### 5.3. CUANTIFICACION DE LOS CAMBIOS TEMPORALES EN LA VEGETACION.

Para cuantificar la magnitud de los cambios temporales en la composición florística del pasto se ha comparado el número de especies presentes en cada parcela y año con las comunes a varios años. Para ello se ha calculado la tasa de renovación de especies según la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de renovación} = \frac{A + B}{A + B + C}$$

A: número de especies que aparecen sólo el año A

B: número de especies que aparecen sólo el año B

C: número de especies comunes a los dos años

Se ha cuantificado también la tasa de renovación de las especies más abundantes, ya que las especies dominantes en la vegetación son las que aportan más información sobre las

características de la comunidad (Rivas Goday, 1964; González Bernáldez et al., 1976; Rico Rodríguez et al., 1979; Vacher, 1984). Como especies "abundantes" se han considerado aquéllas que tienen una frecuencia superior al 10% de total.

Los cálculos se han realizado sobre el número medio de especies para el conjunto de parcelas y para las parcelas de cada explotación por separado, con objeto de ver si existen diferencias relacionadas con variaciones espaciales en el medio. Sólo se han considerado las parcelas sobre zonas planas, que son las que aparecen agrupadas en los análisis.

El número medio de especies por parcela y año (tabla 5.1) oscila entre 21,5 (1983) y 28,8 (1984) lo que representa de un 57 a un 76% del total de especies que aparecen en los tres años. El número medio de especies comunes a dos años varía entre 14,9 (1983-1985) y 18,8 (1984-1985) y solamente 12,9 especies son comunes a los tres años, lo que corresponde aproximadamente a una tercera parte del total de especies censadas.

Si se consideran las explotaciones por separado, el número medio de especies por año, comunes a dos y tres y total en los tres años es semejante en todas las explotaciones, salvo en El Pedroso que tiene menos especies que el resto. Esto no parece relacionarse con ninguna tendencia de variación a nivel espacial, ya que esta explotación presenta una situación intermedia en el gradiente

Especies presentes

Finca	T		C		P		CA		C-A	
	$\bar{X}$	CV								
(A) 1983	21.5	26.3	22.0	18.6	18.2	29.7	26.5	26.9	22.5	16.4
1984	28.8	21.2	31.7	12.6	24.4	22.1	30.0	29.4	32.2	13.2
1985	24.6	29.7	27.7	11.5	17.0	25.8	28.5	24.0	28.7	18.7
(B) Total especies	35.9	27.6	39.6	6.5	31.2	22.4	43.1	29.0	40.7	38.9
83-84	16.5	23.6	17.3	19.6	13.7	29.9	19.2	16.1	17.7	14.8
t.r.	0.51		0.52		0.52		0.48		0.52	
84-85	18.8	21.8	22.5	18.2	13.0	19.2	20.2	16.8	21.7	27.7
t.r.	0.45		0.40		0.54		0.47		0.44	
83-85	14.9	24.2	14.8	14.9	11.7	25.6	17.7	42.3	17.5	27.4
t.r.	0.52		0.57		0.50		0.52		0.48	
(D) 83-84-85	12.9	25.8	13.1	19.1	10.5	17.9	15.2	21.0	14.2	30.0
t.r.	0.65		0.67		0.66		0.64		0.65	

Tabla 5.1. Número medio ( $\bar{X}$ ) y coeficiente de variación en porcentaje (CV) de especies/parcela para las 23 parcelas estudiadas y para cada explotación por separado. C: Castilblanco; P: El Pedroso; CA: Cazalla; C-A: Cazalla-Almadén.

- (A) número medio de especies cada año.
- (B) número medio del total de especies que aparecen en los tres años de estudio.
- (C) número medio de especies comunes a 2 años.
- (D) número medio de especies comunes a los 3 años.
- t.r. tasa de renovación de las especies

hidrico-trófico general existente dentro del área de estudio.

A pesar de las diferencias en el número total de especies, las tendencias temporales de variación son semejantes en todas las explotaciones. En el año más seco (1983) el número de especies es menor que en el resto, si bien es difícil establecer relaciones con la precipitación total anual. En los otros dos años se encuentran valores diferentes, aun cuando la precipitación es semejante y aproximadamente el doble a la del primer año.

El número de especies comunes a dos años es menor en los más alejados en el tiempo (1983-1985) lo que puede indicar una tendencia de cambio direccional, si bien es difícil de demostrar por el corto registro de años en los que se basa el estudio.

Las especies más abundantes (tabla 5.2) representan aproximadamente la cuarta parte del total de especies. En cada año el promedio fluctúa entre 5,3 en 1984 y 7,0 en 1985, lo que representa entre el 50 y 70% del total de especies abundantes que aparecen en los tres años. El número medio de especies comunes a dos años oscila entre 3,1 (1983) y 4,1 (1985), siendo 2,1 las comunes a los tres, lo que corresponde aproximadamente a la quinta parte del total de especies abundantes censadas.

## Especies abundantes

Finca	T		C		P		CA		C-A	
	$\bar{X}$	CV								
1983	5.5	23.8	5.8	22.4	5.0	18.0	5.5	18.1	5.0	28.3
(A) 1984	5.3	29.2	6.0	18.3	4.4	29.5	4.7	31.9	6.0	38.4
1985	7.0	20.3	6.6	18.2	6.1	16.4	7.5	7.6	7.0	11.6
-----										
Total										
(B) especies	10.3	20.4	10.0	10.0	9.0	16.6	10.1	15.0	10.0	12.2
-----										
83-84	3.1	31.0	3.6	25.0	2.5	28.0	3.2	15.6	3.0	47.1
t.r.	0.60		0.56		0.63		0.54		0.62	
(C) 84-85	3.6	41.7	4.5	40.0	3.1	32.2	2.7	18.5	3.2	29.9
t.r.	0.58		0.44		0.58		0.71		0.67	
83-85	4.1	39.0	4.3	20.9	3.8	41.9	3.7	46.1	3.5	16.5
t.r.	0.51		0.47		0.48		0.60		0.58	
-----										
(D) 83-84-85	2.1	47.6	2.5	32.0	2.0	35.0	2.0	40.8	1.7	53.2
t.r.	0.79		0.75		0.77		0.80		0.83	
=====										

Tabla 5.2. Número medio ( $\bar{X}$ ) y coeficiente de variación en porcentaje (CV) de especies frecuentes/parcela (frecuencia superior al 10% del total) para las 23 parcelas estudiadas y para cada explotación por separado. C: Castilblanco; P: El Pedroso; CA: Cazalla; C-A: Cazalla-Almadén.

(A) número medio de especies cada año.

(B) número medio del total de especies frecuentes que aparecen en los tres años de estudio.

(C) número medio de especies comunes a dos años.

(D) número medio de especies comunes a los tres años.

t.r. tasa de renovación de las especies.

Las tendencias temporales son semejantes en todas las explotaciones. El menor número de especies frecuentes se produce en 1984, cuando el número total de especies es mayor, lo que indica una menor dominancia en este año. No se puede por tanto encontrar relaciones entre la precipitación total anual y la dominancia.

La tasa de renovación de las especies entre dos años y para el total de años (tabla 5.1) es muy alta, siendo semejante en todas las explotaciones estudiadas. Aproximadamente la mitad de las especies se renuevan todos los años y dos terceras partes en los tres años de estudio. Las cifras son mayores para las especies abundantes que para las presentes, lo que indica fuertes variaciones en la frecuencia de las especies.

En general, las especies que aparecen y desaparecen son las que presentan baja frecuencia. Sin embargo, en muchas parcelas se produce la desaparición de alguna especie que había sido dominante el año anterior o la aparición de otra que no había sido censada anteriormente. Esto ocurre en 13 de las 23 parcelas estudiadas al menos en algunas de sus especies, siendo el máximo alcanzado de 5 en una parcela de Cazalla-Almadén.

#### 5.4. DISCUSION.

Las distintas comunidades estudiadas muestran grandes similitudes en cuanto a tasas de cambio en composición y abundancia de especies a pesar de las diferencias en composición florística y número total de especies que la integran.

Las altas variaciones en la abundancia de las especies parece ser una característica común a los pastos constituidos por especies anuales. Shmida y Ellner (1984) en Israel muestran resultados semejantes; el número de individuos por unidad de superficie para cada especie puede variar hasta en un orden de magnitud entre dos años consecutivos, pasando de ser muy abundante a poco frecuente o viceversa según las especies. La alta proporción de especies poco frecuentes, que contribuyen de forma importante a la alta diversidad de estas comunidades (Shmida y Ellner, 1984) explica la alta tasa de renovación e especies entre años ya que los cambios en la abundancia de éstas pueden llevar a su extinción local cuando las condiciones climáticas les son desfavorables. De hecho, son estas especies las que tienden a aparecer y desaparecer con mayor frecuencia.

A pesar de esto, los resultados muestran que las diferencias en composición florística entre las distintas zonas estudiadas dentro de la Sierra Norte se mantienen en el tiempo. Esto se relaciona con la existencia en cada zona de

un cortejo florístico diferenciado, el cual se expresa de forma distinta cada año. A cada grupo de parcelas se asocian especies características que se mantienen como tal en los tres años, a las que se añaden otras que varían de un año a otro, pero que son diferentes en cada explotación. Esto da lugar a que en los análisis conjuntos de los inventarios de dos años consecutivos, el espacio aparezca como un factor predominante sobre el tiempo como principal tendencia de variación en la composición del pasto.

Estos resultados concuerdan en parte con los de Figueroa (1980), que muestra que las diferencias espaciales en composición en pastos anuales mediterráneos en varias laderas se mantienen en el tiempo. Sin embargo, este autor encuentra que los resultados de la tipificación de éstos pueden variar de unos años a otros: las zonas de ecotonía dentro de una ladera se asemejan más a una u otra de las comunidades adyacentes en función de la precipitación total y su reparto. A nivel regional se pueden detectar diferencias entre laderas en unos años y no en otros. Esta contradicción puede estar relacionada con los métodos empleados. Figueroa en sus análisis utiliza solamente especies comunes entre zonas para poner en evidencia de forma más clara las variaciones en el tiempo, con lo que se tiende a enmascarar las diferencias en el espacio. Esto no ocurre en este estudio, pues se han utilizado en los análisis todas las especies censadas.

La composición florística del pasto en las distintas zonas del área de estudio está determinada por factores marco como el clima, suelo y manejo, que actúan como factores de selección. Como ha indicado Naveh (1982) "con la llegada de cada estación lluviosa se establece un nuevo equilibrio altamente vulnerable entre los numerosos constituyentes del sistema". Del conjunto sólo una parte se expresa cada año y no parece depender del azar sino de variaciones en la matriz ambiental. El eje III de los cambios conjuntos a dos años recoge tendencias de cambio comunes a todas las parcelas.

Estas tendencias son sin embargo difíciles de concretar con los métodos utilizados, por la heterogeneidad florística de la región estudiada. En el siguiente capítulo se van a utilizar otros métodos para ponerlas de manifiesto.

6. ANALISIS DE TENDENCIAS TEMPORALES DE CAMBIO EN LA  
VEGETACION.

En el capítulo anterior se ha puesto de manifiesto que existen fuertes variaciones en composición y abundancia de las especies entre años. En este capítulo se trata de determinar si existen pautas comunes en estas variaciones para el conjunto de las comunidades estudiadas. Los resultados anteriores muestran que éstas existen, pero la fuerte heterogeneidad en composición florística entre parcelas dificulta su análisis. Para soslayar este problema las especies se han agrupado por familias: gramíneas, leguminosas y compuestas. Entre las tres representan como promedio para el conjunto de parcelas más del 80% de la cobertura de la vegetación (tabla 6.1). Las 22 familias restantes se han considerado conjuntamente como otras, dada su escasa representación.

	1983	1984	1985
Gramíneas	28.0	29.9	52.0
Leguminosas	7.2	32.3	16.0
Compuestas	43.6	24.7	18.9
Otras	21.2	13.1	13.1

Tabla 6.1. Contribución de cada familia al total de la frecuencia, expresado en porcentajes, en los tres años de estudio. Se presentan valores medios de para las 23 parcelas estudiadas.

La frecuencia total de cada familia en cada parcela se ha calculado sumando la frecuencia de las especies pertenecientes a ésta.

El análisis de las pautas de cambio se ha hecho según el siguiente esquema:

a) análisis de los cambios entre años. Se ha examinado si la frecuencia de cada familia varía de forma significativa y si las tendencias son las mismas en todas las parcelas.

b) análisis de los cambios dentro del año, con objeto de ver a partir de qué momento del ciclo anual se producen las diferencias que se registran entre años y así poder establecer hipótesis acerca de los factores que los causan.

## 6.1. CAMBIO ENTRE AÑOS.

### 6.1.1. Variaciones en la frecuencia por familias.

Para ver si la contribución de cada familia al total de frecuencia de la vegetación varía significativamente entre años se ha elaborado, para cada parcela, una tabla de contingencia de frecuencia por familias-años, analizándose mediante el test de la G (Everitt, 1977). En el caso de dependencia significativa se ha aplicado el test de Haberman (Haberman, 1973) con objeto de poner de manifiesto cuáles son las familias responsables de las diferencias.

Los resultados del test de la G muestran que la contribución de cada familia al total de la frecuencia varía en el tiempo de forma significativa ( $p < 0.001$ ) para todas las parcelas. Los resultados del test de Haberman (tabla 6.2) muestran que las variaciones son muy similares en todas las parcelas.

Otras y/o compuestas son significativamente más abundantes en 1983. En 13 parcelas dominan exclusivamente las compuestas; en 4 de ellas otras y en el resto (5) ambos grupos simultáneamente. En 1984 y 1985, son significativamente poco frecuentes o indiferentes con pocas excepciones: las compuestas aparecen predominantes en la parcela 2 de Cazalla y 3 de Cazalla-Almadén en 1984 y otras en la parcela 5 de Castilblanco en 1985.

Las leguminosas aumentan significativamente en 1984 en todas las parcelas. En 1983 y 1985 su contribución a la vegetación es escasa (aparecen negativas en 20 y 16 parcelas respectivamente).

Por último, la gramíneas son significativamente más abundantes en 1985 en todas las parcelas excepto en la parcela 4 de El Pedroso. En 1983 esta familia es significativamente poco frecuente en 17 de ellas y en 1984 en 19.

	1983				1984				1985			
	G	L	C	O	G	L	C	O	G	L	C	O
-----												
Castilblanco												
1	-	-	+	~	~	+	-	~	+	-	~	~
2	-	-	+	~	-	+	~	~	+	-	-	~
3	-	-	+	~	-	+	-	~	+	-	~	~
4	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	~
5	-	-	+	~	-	+	~	-	+	-	-	+
7	-	-	~	+	~	+	~	-	+	~	~	-
-----												
El Pedroso												
1	-	-	+	+	-	+	~	-	+	~	-	-
2	~	-	+	~	-	+	~	~	+	-	~	~
3	-	-	+	~	-	+	~	~	+	-	-	~
4	~	-	~	+	~	+	~	-	~	-	~	~
5	-	-	+	-	-	+	~	~	+	~	-	~
6	-	-	~	+	-	+	~	-	+	-	~	~
7	-	-	+	~	-	+	-	~	+	-	~	~
-----												
Cazalla												
1	~	~	~	+	-	+	+	~	+	-	-	-
2	~	-	+	~	-	+	-	~	+	-	~	~
3	-	-	+	~	-	+	-	~	+	-	-	~
-----												
Cazalla-Almadén												
1	~	-	+	+	-	+	~	~	+	-	~	~
2	-	-	+	~	-	+	~	~	+	~	-	~
3	-	-	+	~	-	+	+	~	+	-	-	~
4	~	-	+	~	-	+	~	~	+	~	-	~
-----												
Villanueva												
1	-	-	+	+	-	+	~	-	+	~	-	-
2	-	-	+	+	-	+	-	~	+	-	~	-
=====												

Tabla 6.2. Resultados del test de Haberman en las parcelas estudiadas. (+) contribución alta significativa (p<0.01). (-) contribución baja significativa (p<0.01). (~) no significativo. G: gramíneas; L: leguminosas; C: compuestas; O: otras.

Cada año predominan en la vegetación familias diferentes. El primer año, compuestas y otras; el segundo, leguminosas y el tercero, gramíneas. A pesar de las importantes diferencias florísticas entre parcelas y que las familias no están representadas con la misma abundancia en éstas, se detectan unas pautas de cambio muy homogéneas a una escala regional, con escasas excepciones que corresponden generalmente a parcelas situadas en zonas más pendientes.

Estos resultados, al comparar valores relativos, no nos indican si el aumento significativo de una familia en un año se debe a un aumento de frecuencia en valores absolutos o a una disminución del resto.

Para ver las tendencias de variación en valores absolutos se ha empleado el test de Wilcoxon, para comparaciones emparejadas (Sokal y Rohlf, 1969). Este test comprueba si las diferencias entre parejas de lecturas (en este caso frecuencia en una misma parcela en dos años distintos) tienen el mismo signo, lo que indicará que las tendencias de aumento o disminución en la frecuencia son significativamente iguales en todas las parcelas.

Se ha escogido este test por ser no paramétrico (los datos no son continuos) y porque las diferencias en frecuencia absoluta entre parcelas en un mismo año (tabla 6.3) pueden enmascarar las tendencias que se quiere resaltar.

Los resultados se muestran en la figura 6.1. La frecuencia de gramíneas aumenta progresivamente desde 1983 (43.8) a 1985 (130.2). Las leguminosas, también presentan diferencias significativas entre los tres años, con máxima frecuencia en 1984 (100.7) y mínima en 1983 (11.0). La frecuencia de compuestas disminuye significativamente en 1985. Entre 1983 y 1984 no existen diferencias. El resto de familias en conjunto (otras) no muestran tendencias significativas entre años.

La inexistencia de tendencias de cambio significativas no quiere decir que la frecuencia no varíe, sino que los cambios siguen tendencias de signo contrapuesto en las distintas parcelas.

La comparación de estos resultados con los del test de Haberman muestran que la dominancia relativa de compuestas y otras en 1983 se relaciona con una frecuencia muy baja de gramíneas y leguminosas y no con una mayor abundancia de estos grupos. La dominancia de leguminosas en 1984 se corresponde con un gran aumento en su frecuencia; aunque las gramíneas aumentan también este año, lo hacen en menor proporción, lo que explica que no sean significativas este año y sí en 1985, en el que aumentan a la vez que disminuyen leguminosas y compuestas.

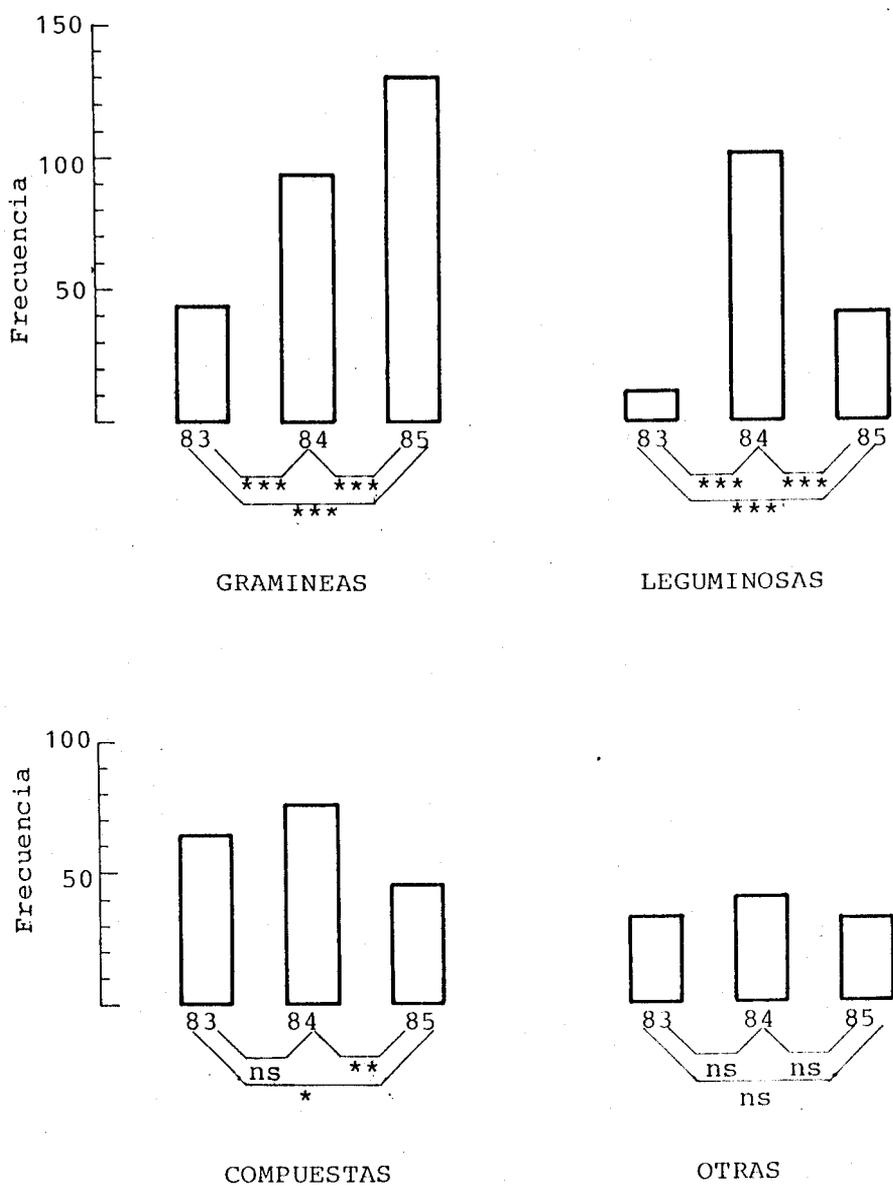


Figura 6.1. Frecuencia media de cada familia en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa.

Las familias que sufren mayores variaciones son gramíneas y leguminosas, y son las responsables de las pautas de variación dentro de cada parcela. Aunque compuestas y otras también sufren variaciones, éstas son menores y de distinto signo según parcelas.

#### 6.1.2. Cambios en la frecuencia por especies.

Para ver si dentro de cada familia las especies integrantes siguen las mismas pautas en el tiempo que el conjunto, se ha analizado:

- a) la evolución del número medio de especies de cada familia por parcela cada año.
- b) la evolución de la frecuencia absoluta de las especies más abundantes en el total de cada familia. Estas últimas se han escogido según los siguientes criterios:
  - promedio de frecuencia para las 22 parcelas superior al 5% del total de su familia, al menos en alguno de los tres años estudiados.
  - aparición en un mínimo de 10 parcelas.

Para ver si las tendencias de variación en el tiempo son significativas se ha seguido el mismo método que en el apartado anterior: analizar las tendencias de cambio mediante el test de Wilcoxon para comparaciones emparejadas.

### a) Gramíneas

El número medio de especies/parcela aumenta ligeramente entre 1983 (5.3) y 1985 (7.1), siendo significativas las diferencias entre el primer año y los dos restantes (figura 6.2). El aumento de frecuencia de la familia en el tiempo no se relaciona con el aumento en el número de especies, ya que este último es muy poco importante (2 especies más en 1985 que en 1983).

Del total de 22 especies que aparecen en las parcelas y años estudiados, 6 (*Agrostis pourretii*, *Vulpia bromoides*, *Bromus hordeaceus*, *Gaudinia fragilis*, *Vulpia geniculata* y *Vulpia ciliata*), representan en conjunto más del 80% de la frecuencia total de la familia (tabla 6.3).

La evolución que sufren estas especies es muy similar a la de la familia, con una máxima frecuencia en el año 1985, y mínima en 1983, apareciendo el año 1984 intermedio a ambos (figura 6.3). Las diferencias son significativas ( $p < 0.05$ ). Las 16 especies restantes en conjunto presentan el mismo comportamiento.

### b) Leguminosas.

La variación en el número de especies por parcela sigue un patrón similar al detectado para la frecuencia media de esta familia (figura 6.2). En 1983 se registran sólo 3.7 especies mientras que en 1984 hay 8.7; en 1985 el número es

Especies	1983	1984	1985
<i>Agrostis pourretii</i>	36.5	40.6	39.2
<i>Vulpia bromoides</i>	18.5	20.9	20.7
<i>Bromus hordeaceus</i>	17.1	10.8	10.1
<i>Gaudinia fragilis</i>	4.8	6.2	6.9
<i>Vulpia geniculata</i>	7.1	10.7	10.8
<i>Vulpia ciliata</i>	4.3	6.4	6.5
Resto de spp.	11.6	4.4	5.8

Especies	1983	1984	1985
<i>Trifolium subterraneum</i>	20.9	8.5	17.7
<i>Trifolium glomeratum</i>	19.1	25.7	10.0
<i>Ornithopus compressus</i>	19.1	10.2	5.9
<i>Trifolium boconei</i>	6.4	5.1	1.5
<i>Trifolium campestre</i>	4.5	5.9	28.4
<i>Lotus subiflorus</i>	4.5	11.5	3.7
<i>Medicago polymorpha</i>	2.7	6.6	9.2
Resto de spp.	20.0	24.8	18.0

Especies	1983	1984	1985
<i>Chamaemelum mixtum</i>	26.7	24.0	17.5
<i>Crepis capillaris</i>	20.6	17.7	21.8
<i>Logfia gallica</i>	15.3	24.4	4.7
<i>Leontodon taraxacoides</i>	14.3	12.5	23.5
<i>Tolpis barbata</i>	13.6	13.0	19.9
Resto de spp.	9.5	8.2	12.6

Especies	1983	1984	1985
<i>Spergularia purpurea</i>	32.7	8.4	2.7
<i>Tuberaria gutatta</i>	20.1	31.4	37.9
<i>Plantago coronopus</i>	15.3	18.8	14.1
<i>Plantago lagopus</i>	8.7	3.7	5.8
<i>Galium aparine</i>	1.2	4.7	13.5
Resto spp.	29.1	33.1	25.7

Tabla 6.3. Contribución de cada especie al total de frecuencia de su familia, expresada en porcentaje, en los tres años de estudio. Se presentan los valores medios de las 23 parcelas estudiadas.



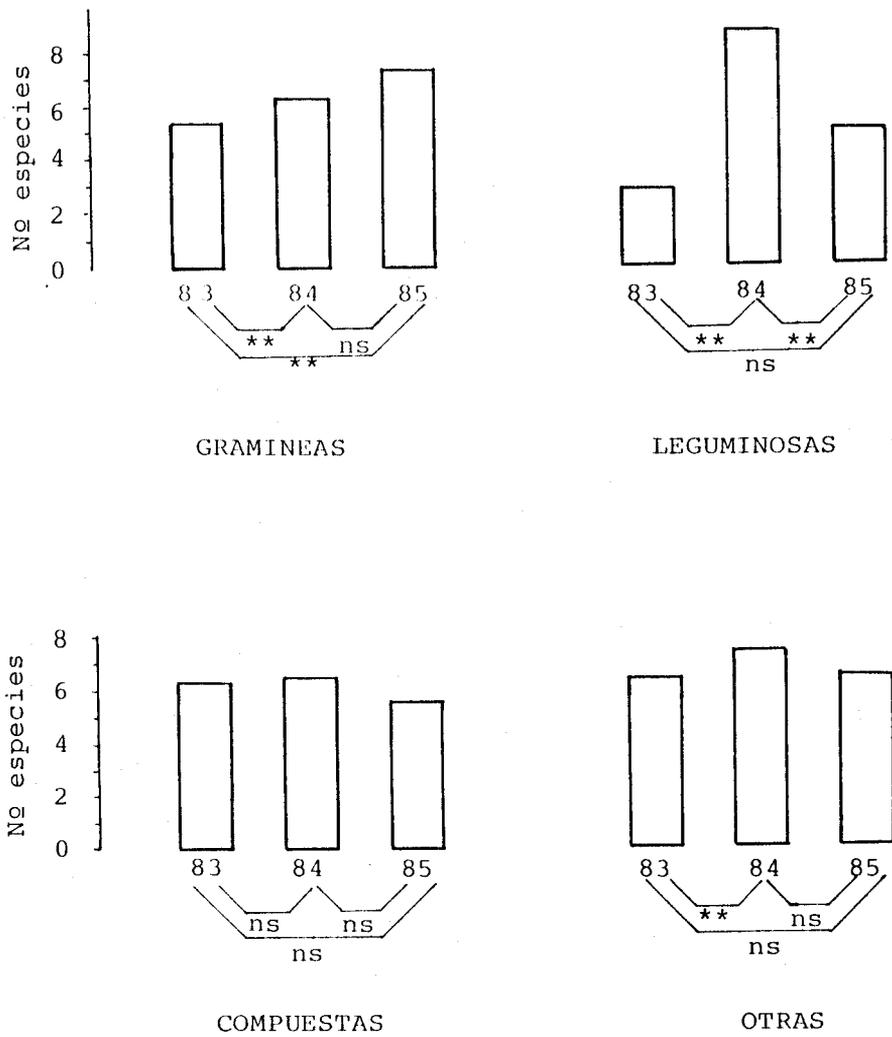


Figura 6.2. Media del número de especies para cada familia en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*) significativa para  $p < 0.01$ ; (ns) no significativa.

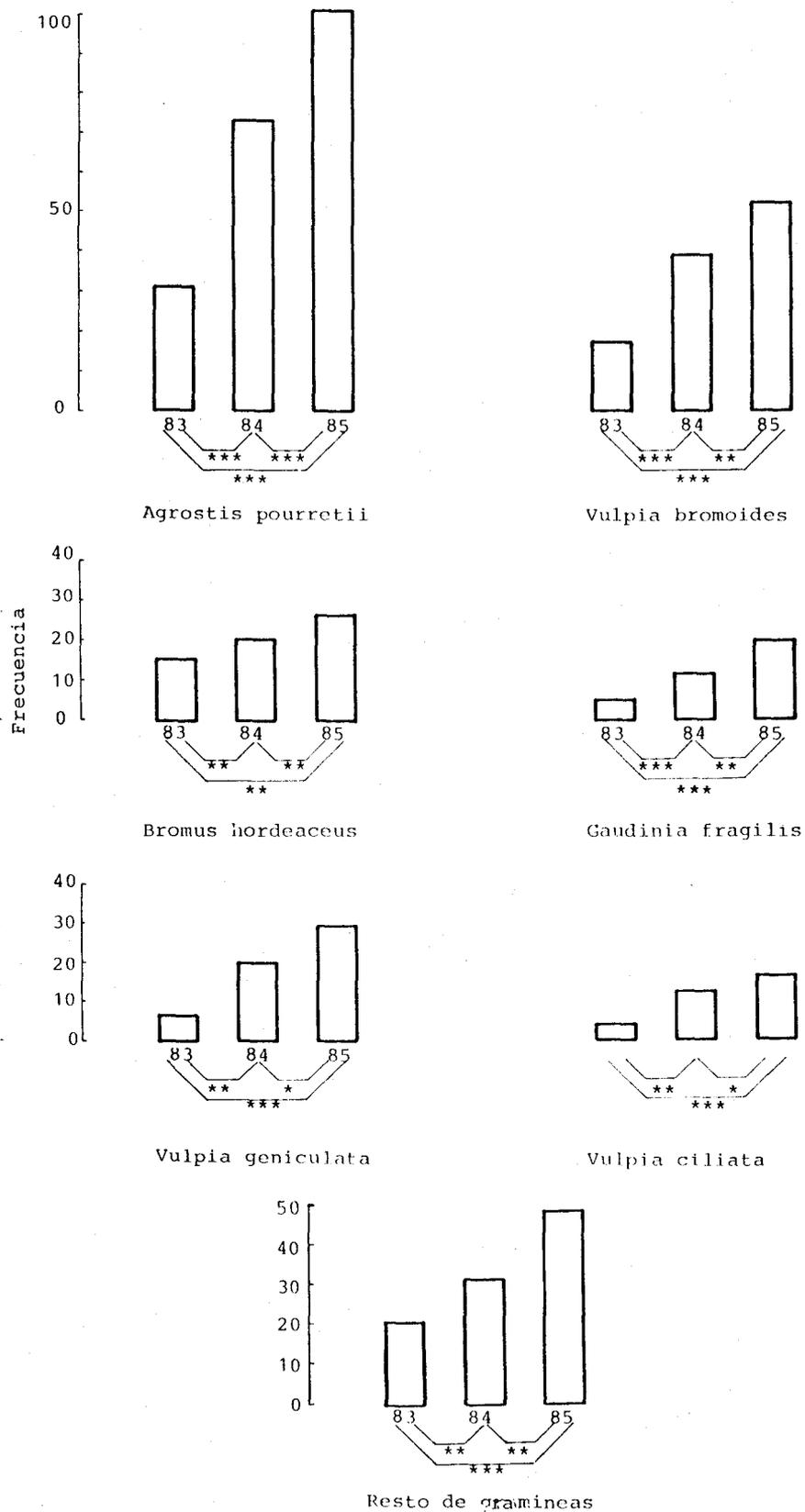


Figura 6.3. Frecuencia media de las especies de gramíneas más representadas, en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa.

intermedio a ambos (5.0).

De las 24 especies censadas en el total de parcelas y años, 16 presentan una baja contribución a la familia o se encuentran localizadas en un escaso número de parcelas, por lo que se analizan conjuntamente. Las 8 restantes representan en conjunto el 80% de la frecuencia total en los tres años (tabla 6.3). Estas especies muestran un comportamiento similar al grupo con frecuencias significativamente más altas en el año 1984 que el año anterior (figura 6.4). En 1985 existen diferencias entre especies. *Trifolium glomeratum*, *Trifolium bocconeii*, *Lotus subiflorus* y *Ornithopus compressus* al igual que el conjunto de especies poco frecuentes, presentan valores muy bajos, no diferenciándose significativamente con los de 1983. *Trifolium subterraneum* tiene un valor cercano al de 1984 (no significativa la diferencia). *Trifolium campestre* aumenta significativamente en el último año respecto a 1984 ( $p < 0.01$ ). *Medicago polymorpha* presenta un valor intermedio a los dos años anteriores.

### c) Compuestas.

El número medio de especies/parcela no varía significativamente entre los tres años, situándose en valores cercanos a 6 (figura 6.2).

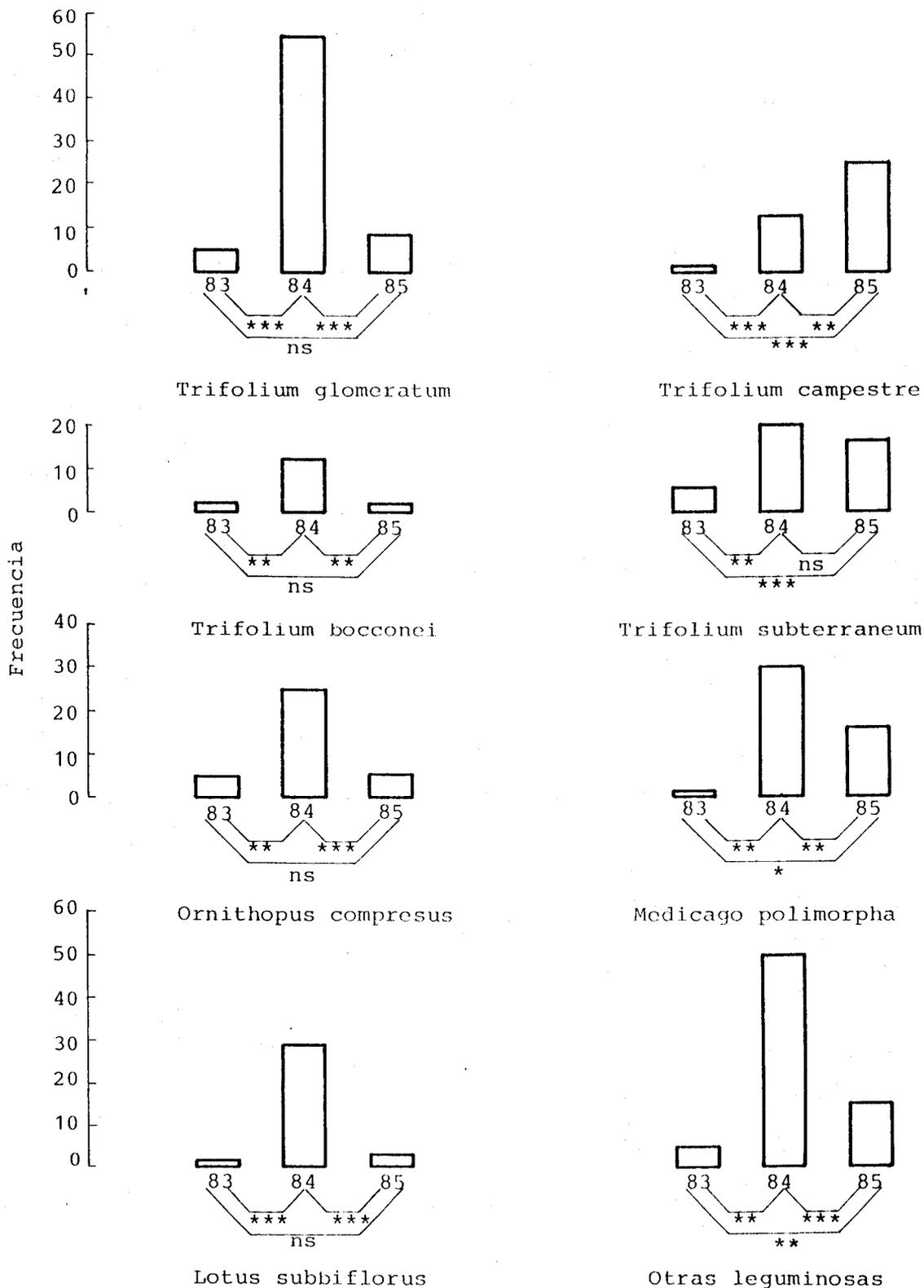


Figura 6.4. Frecuencia media de las especies de leguminosas más representadas, en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa.

De las 18 especies censadas en todas las parcelas y años, solo 5 de ellas (*Chamaemelum mixtum*, *Crepis capillaris*, *Leontodon taraxacoides*, *Tolpis barbata* y *Logfia gallica*) representan un 90% de la frecuencia total de la familia (tabla 6.4). A excepción de *Logfia gallica*, que aumenta entre 1983 y 1984 ( $p < 0.001$ ), el resto no muestran variaciones significativas entre estos años (figura 6.5) Entre 1984 y 1985 se produce una disminución significativa en dos especies: *Chamaemelum mixtum* y *Logfia gallica*. Se puede considerar que la disminución en frecuencia en la familia (figura 6.1) es debida a estas dos especies ya que el resto (*Crepis capillaris*, *Leontodon taraxacoides* y *Tolpis barbata*) y las poco frecuentes en conjunto, no muestran variaciones significativas entre los tres años. El hecho de que no existan diferencias significativas en la frecuencia media se debe a que las tendencias de variación son muy diferentes entre unas parcelas y otras, y no a que no existan variaciones importantes en cada parcela.

d) Otras.

El número total de especies/parcela es muy similar entre unos años y otros (entre 6.4 y 7.4) existiendo una diferencia significativa entre los dos primeros años (figura 6.2).

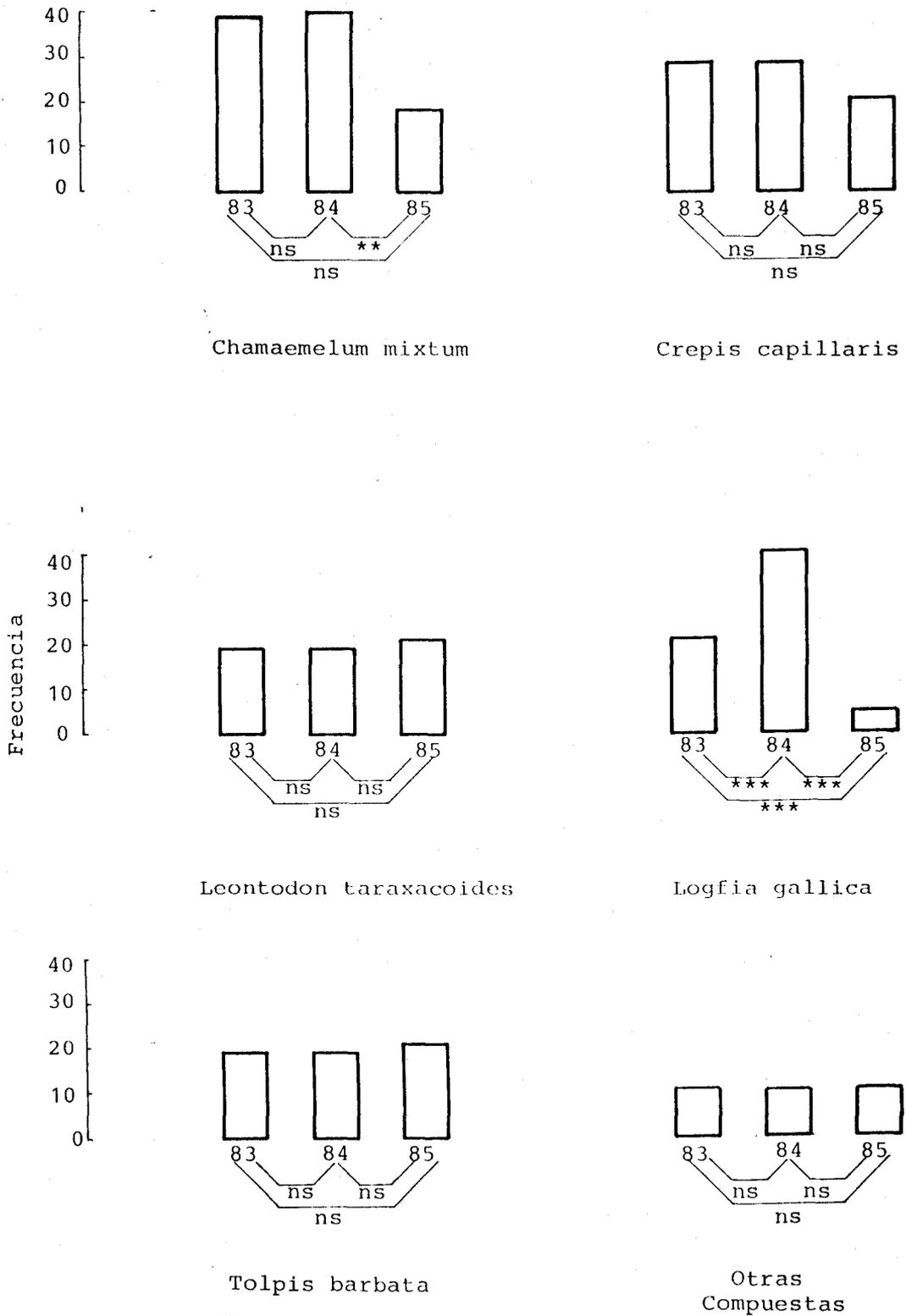


Figura 6.5. Frecuencia media de las especies de compuestas más representadas; en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa.

De las 43 especies que aparecen en el conjunto de parcelas, sólo 6 representan más del 70% de la frecuencia total del grupo (tabla 6.3). Dos de ellas, *Plantago lagopus* y *Rumex bucephalophorus*, no muestran variaciones significativas (figura 6.6). El resto presentan variaciones significativa entre años, aunque con diferentes tendencias según especies. Mientras *Galium aparine* aumenta progresivamente desde 1983 a 1985, *Plantago coronopus* presenta una abundancia máxima en el año 1984, y similar entre 1983 y 1985; *Tuberaria guttata* aumenta de 1983 a 1984, no teniendo variaciones significativas entre los restantes años. Por último, *Spergularia purpurea* disminuye en 1985 con respecto a los dos años anteriores.

Gramíneas y leguminosas presentan pautas de variación muy homogéneas en el espacio y en el tiempo, tanto a nivel de familia como en las especies que las integran. Estas se pueden relacionar con la precipitación en cada año, ya que este es el único factor que varía de forma homogénea a nivel regional.

Su baja abundancia en 1983 se relaciona con la baja precipitación en este año (430 mm), la mitad de la media anual, con periodos de déficit hídrico muy frecuentes (figura 4.6). En 1984 y 1985, con una precipitación superior a la media (802 y 931 mm respectivamente) la frecuencia de gramíneas aumenta, aunque con diferencias significativas entre ambos años. Igual ocurre en las leguminosas, aunque

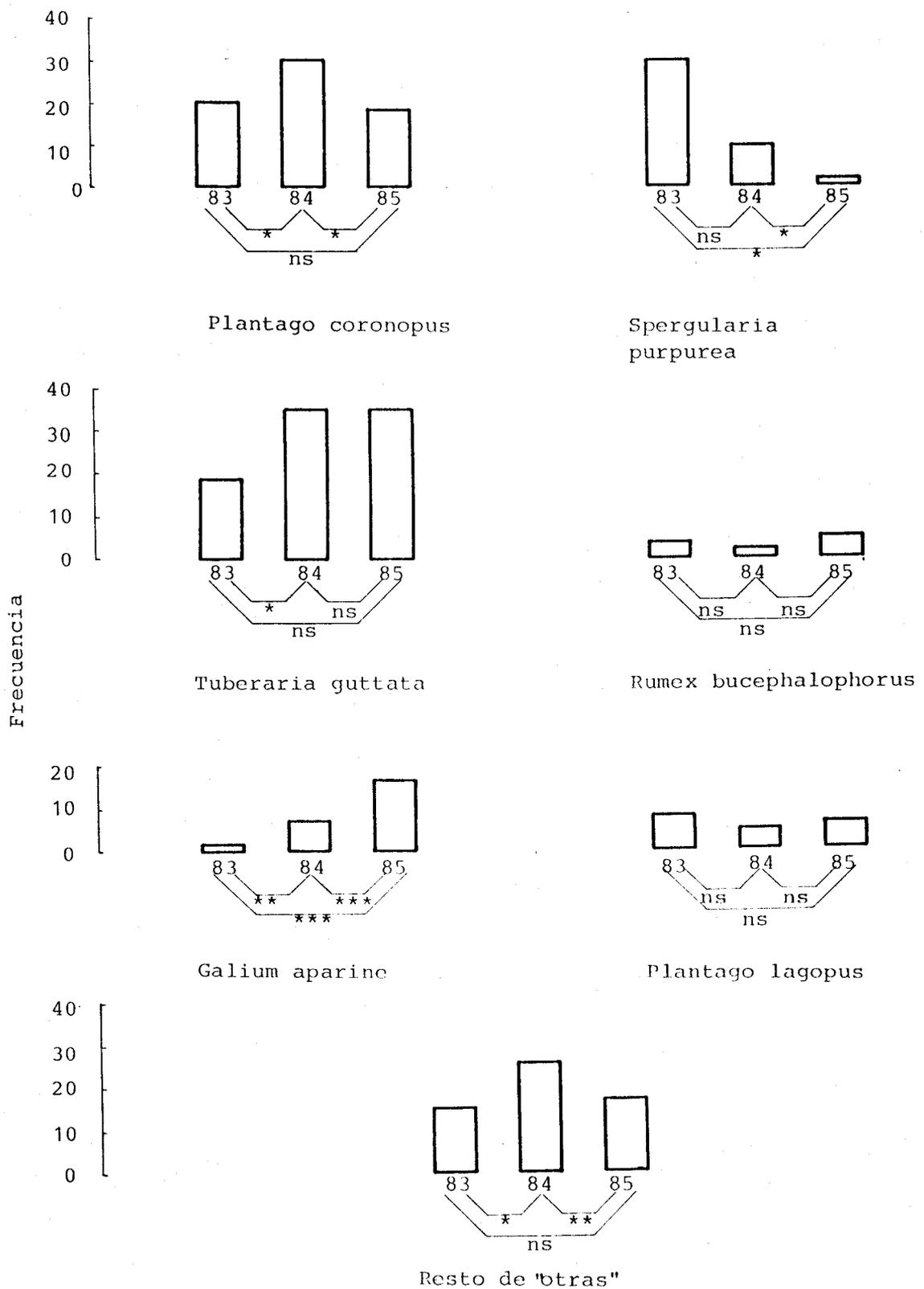


Figura 6.6. Frecuencia media de las especies de "otras" más representadas, en 1983, 1984 y 1985. Para cada par de años se representa la significación de las diferencias de frecuencia (test de Wilcoxon). (\*\*\*) significativa para  $p < 0.001$ ; (\*\*) para  $p < 0.01$ ; (\*) para  $p < 0.05$ ; (ns) no significativa.

las tendencias son diferentes. Esto indica que no se pueden establecer relaciones con la precipitación total anual y que deben relacionarse con su reparto en el año, que siguió pautas diferentes (figura 4.6). Rossiter (1966) en Australia, Pitt y Heady (1978) en California y Naveh (1982) en Israel señalan la baja correlación existente entre la abundancia de estas familias y la precipitación total anual, encontrando sin embargo relaciones con la registrada en determinados periodos del año (otoño y primavera principalmente).

El resto de las familias (compuestas y otras) no muestran tendencias de variación homogéneas, debido a la heterogeneidad en el comportamiento de sus especies. El predominio de éstas en 1983 no se debe a que aumenten en valores absolutos, sino a una baja frecuencia de gramíneas y leguminosas.

Algunas especies muestran tendencias de variación muy definidas en el tiempo (*Galium aparine*, *Plantago coronopus*, *Logfia gallica*), lo que indica que su frecuencia depende de la precipitación total y su reparto. La mayoría sin embargo, no muestran el mismo comportamiento en las diferentes parcelas, bien sea en todo el periodo de estudio (*Crepis capillaris*, *Tolpis barbata*, *Leontodon taraxacoides*, *Plantago lagopus* y *Rumex bucephalophorus*) o entre dos años (*Chamaemelum mixtum*, *Tuberaria guttata* y *Spergularia purpurea*). Esto indica que su frecuencia debe depender

básicamente de otros factores ligados a las características específicas de cada parcela: medio físico o interacciones con otros componentes de la vegetación.

## 6.2. CAMBIOS A LO LARGO DEL CICLO ANUAL.

El objetivo del presente apartado es describir los cambios de la vegetación a lo largo del año con objeto de ver a partir de qué momento del ciclo de desarrollo se producen las diferencias que se registran en mayo y así poder establecer hipótesis acerca de los factores que los causan. Para ello se han escogido 5 parcelas representativas en tres de las fincas estudiadas (Castilblanco, El Pedroso y Cazalla; tabla 3.2) en las que se ha muestreado la vegetación 4 veces a lo largo del ciclo anual (apartado 3.2).

### 6.2.1. Cambios en la frecuencia por familias.

La evolución de la contribución de cada familia (gramíneas, leguminosas, compuestas y otras), al total de la frecuencia muestra pautas semejantes para las cinco parcelas estudiadas (figura 6.7). Gramíneas, compuestas y otras guardan una proporción relativamente constante desde diciembre a mayo. Las diferencias entre años durante el pico de máxima floración se manifiestan ya desde el periodo de implantación. En las leguminosas sin embargo, las diferencias al final del ciclo de desarrollo son sólo patentes en primavera, ya que durante el invierno muestran todos los años una frecuencia relativa muy baja (menor del 15% del total).

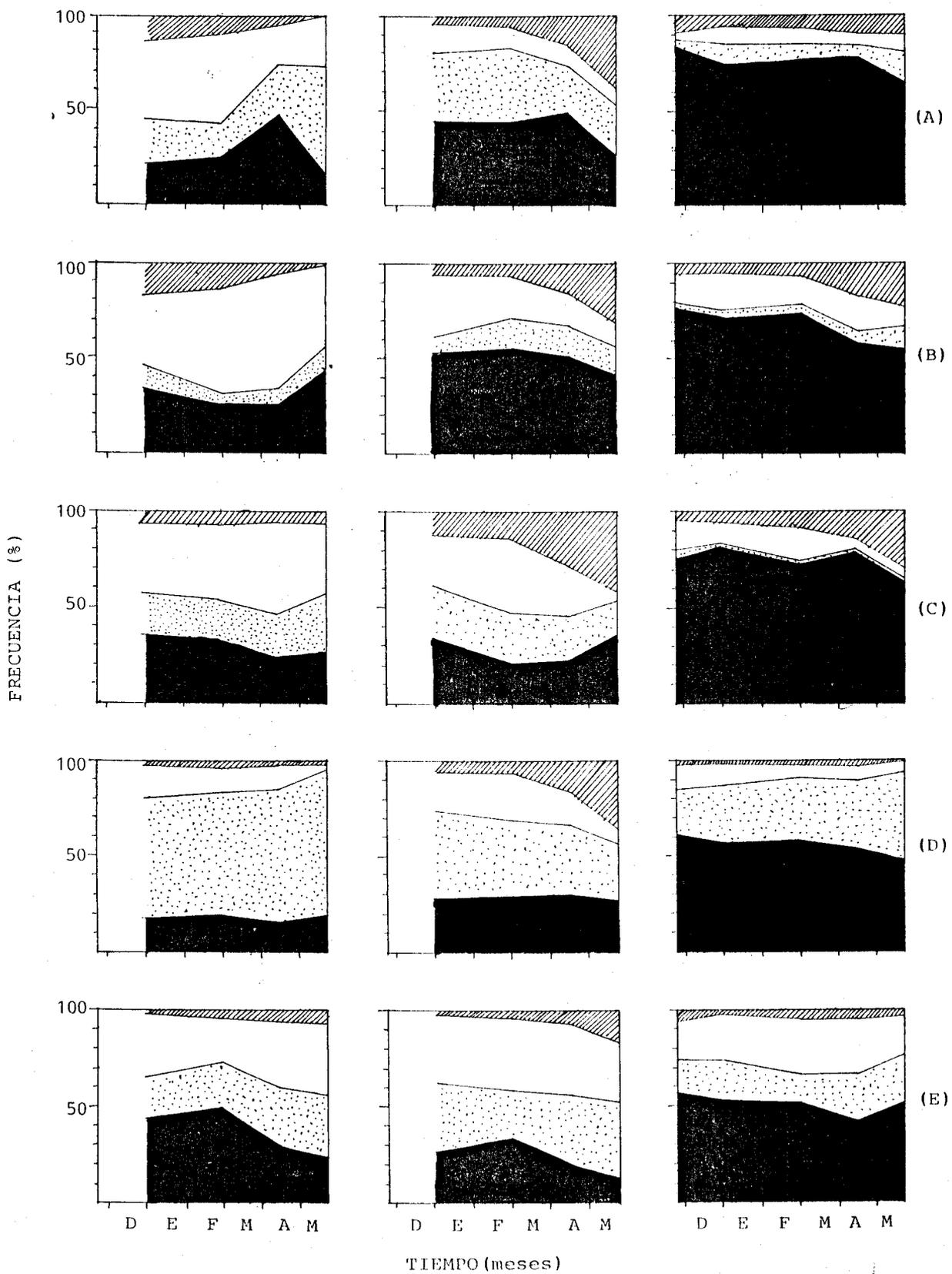
Figura 6.7. Evolución de la contribución de cada familia al total de la frecuencia a lo largo del ciclo anual (expresada en porcentajes frente al total), para los tres años de estudio (1982-83, 1983-84 y 1984-85) en las cinco parcelas estudiadas (A) y (B): parcelas 4 y 6 de Castilblanco; (C) y (D): 1 y 7 de El Pedroso; (E): 2 de Cazalla

-  Leguminosas
-  Otras
-  Compuestas
-  Gramineas

1982-83

1983-84

1984-85



La comparación en los tres años de estudio de la evolución de la frecuencia por familias a lo largo del año (figura 6.8) muestra que las diferencias entre años se mantienen durante todo el ciclo en **gramíneas, compuestas** y **otras**. En las primeras son muy patentes ya desde diciembre (las únicas significativas en el análisis a escala anual; Apartado 6.1) y salvo en El Pedroso, que varían a final de primavera, se mantienen todo el año (figura 6.8.I). En **compuestas** se observa el mismo patrón, con diferencias menores entre años (figura 6.8.II). En el resto de familias (**otras**) esta tendencia es menos patente en algunas parcelas porque la evolución de frecuencia muestra distintos patrones en los diferentes años (figura 6.8.III).

En las leguminosas (figura 6.8.IV) la frecuencia al final del ciclo no guarda relación con la de otoño e invierno, que en todos los años es muy baja. En Castilblanco los valores más altos en esta época se encuentran en 1982-83 y sin embargo son los más bajos en primavera, donde prácticamente llegan a desaparecer. Las fuertes diferencias en mayo (significativas en el análisis a escala anual) son el resultado del aumento diferencial durante la primavera (abril y mayo) en los tres años de estudio.

Los resultados muestran que la frecuencia de las distintas familias en mayo depende esencialmente de dos periodos diferentes del ciclo de desarrollo de la vegetación: para **gramíneas, compuestas** y **otras**, el periodo de

Figura 6.8. Evolución de la frecuencia de gramíneas (I), compuestas (II), otras (III) y leguminosas (IV) a lo largo del ciclo anual en las cinco parcelas (A) y (B): parcelas 4 y 6 de Castilblanco; (C) y (D): 1 y 7 de El Pedroso; (E): 2 de Cazalla, y en los tres años de estudio: 1982-83 (●); 1983-84 (■); 1984-85 (▲).

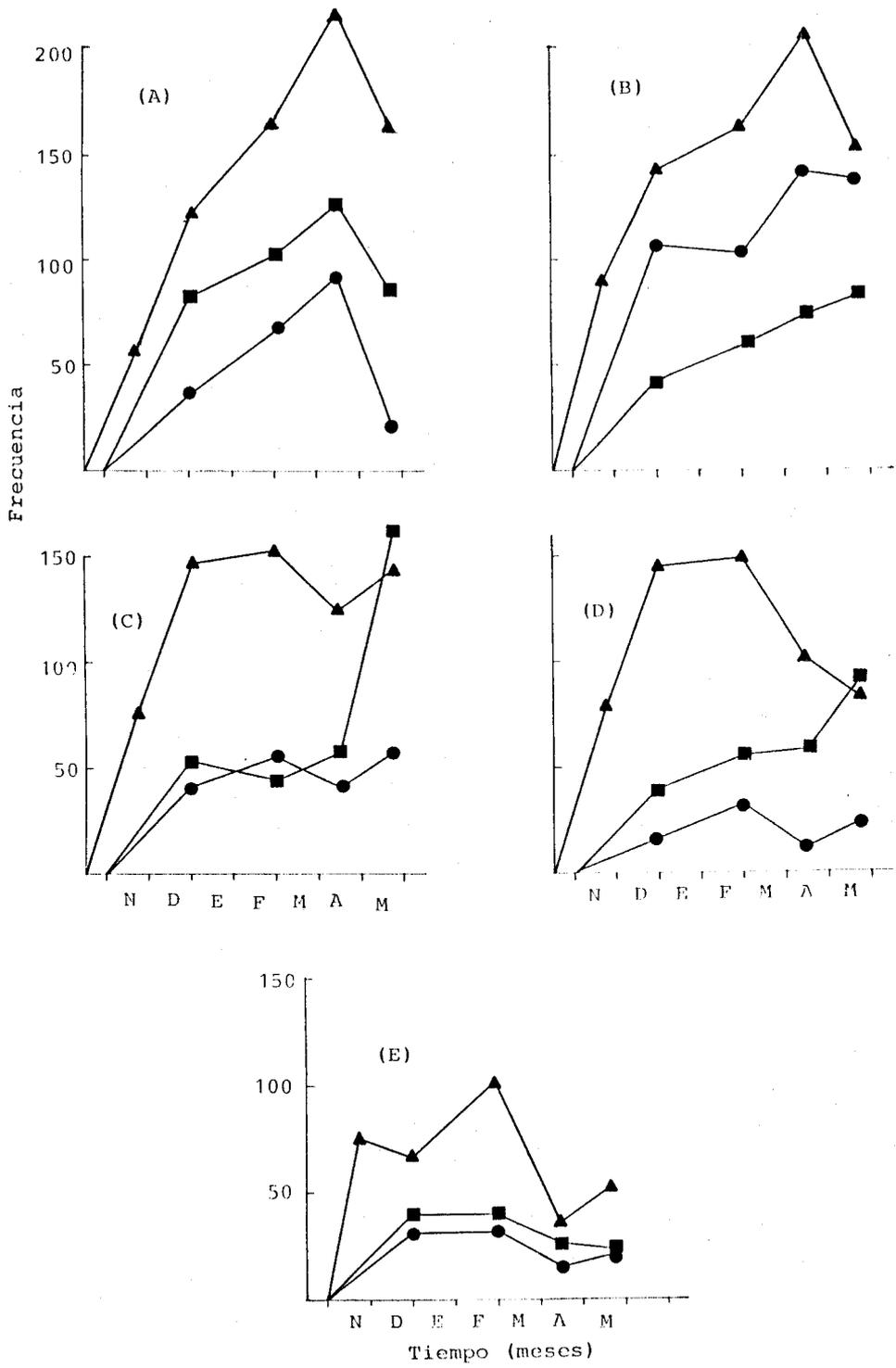


Figura 6.8.I

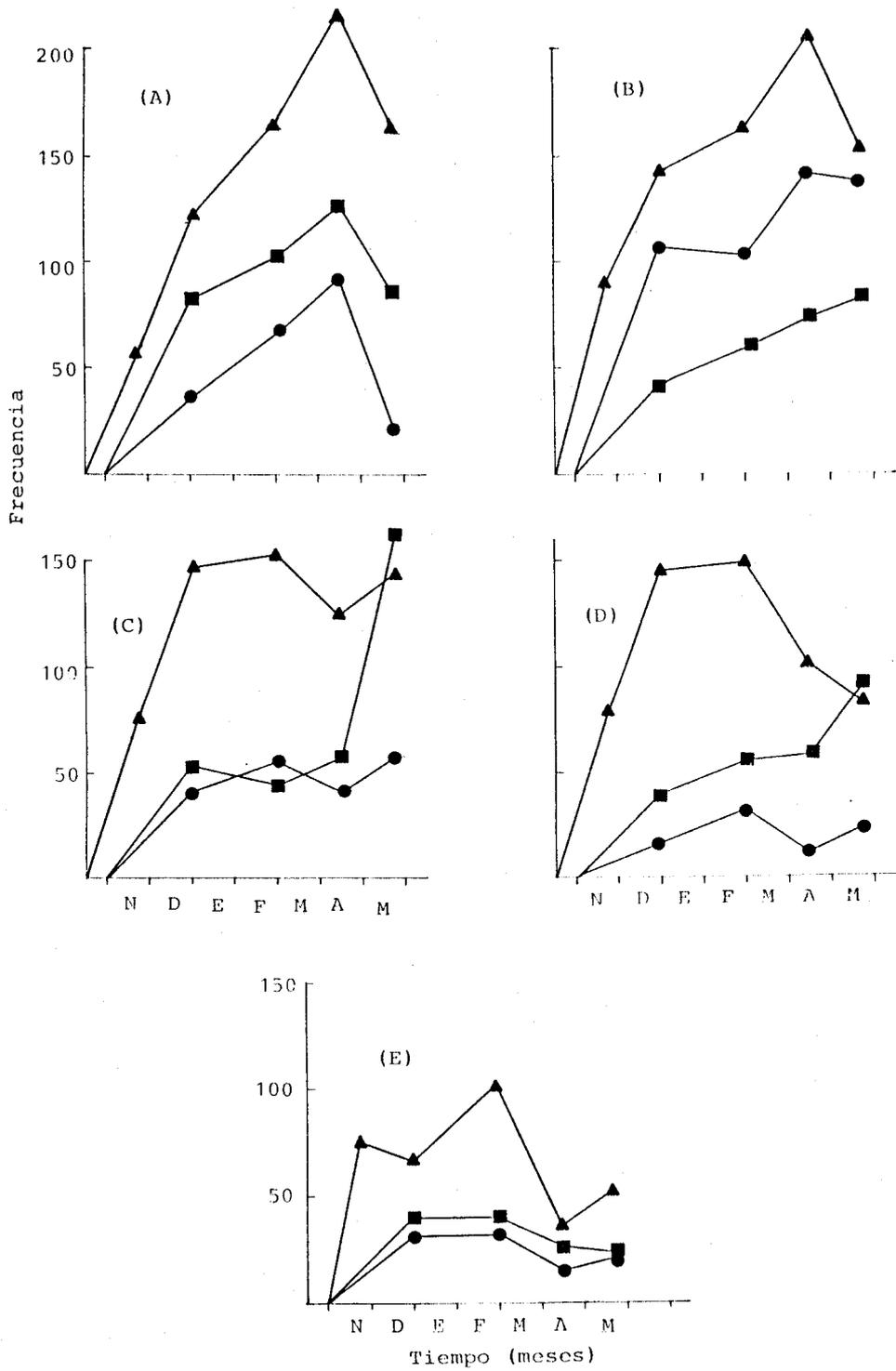


Figura 6.8.I

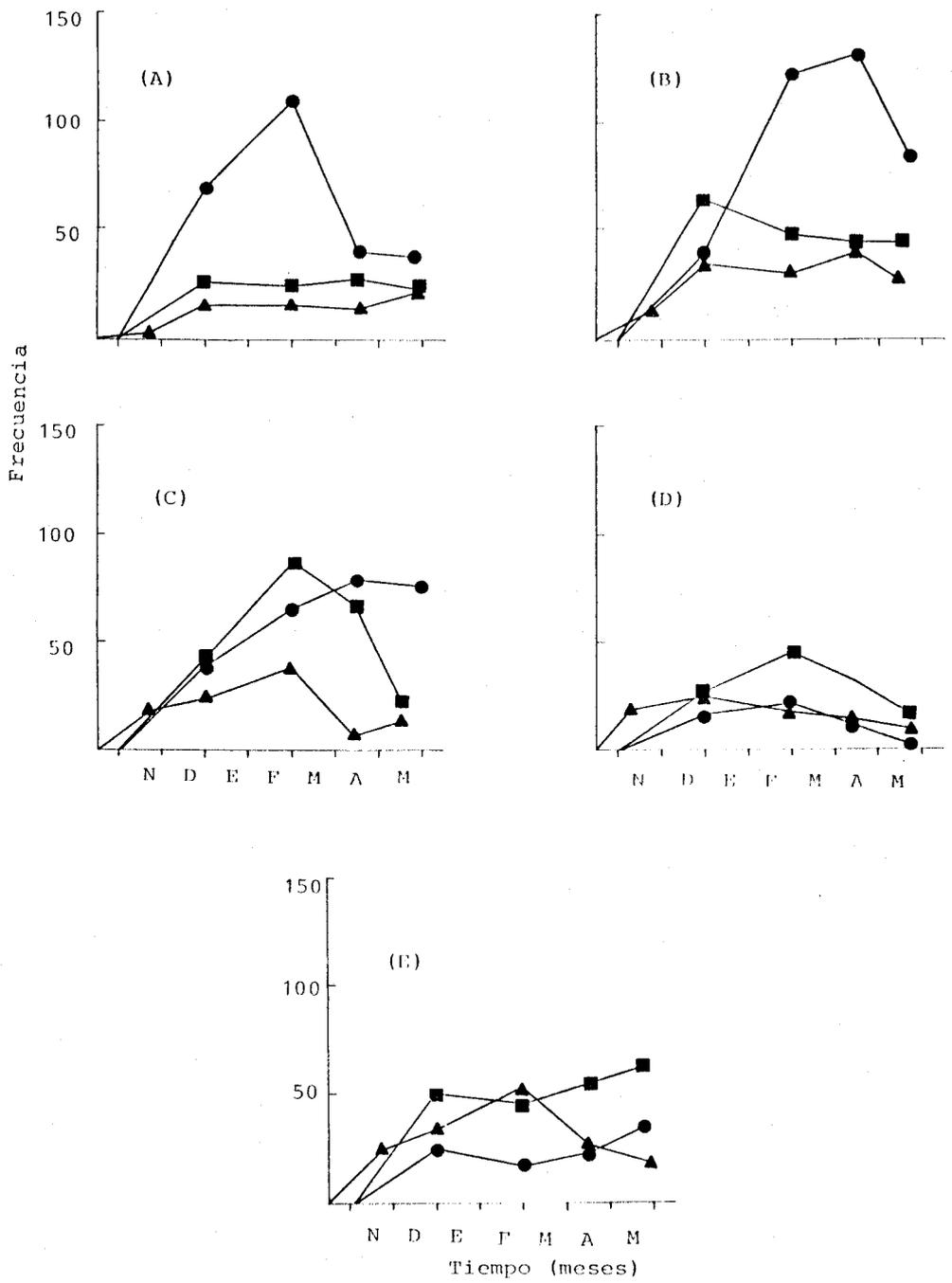


Figura 6.8.III

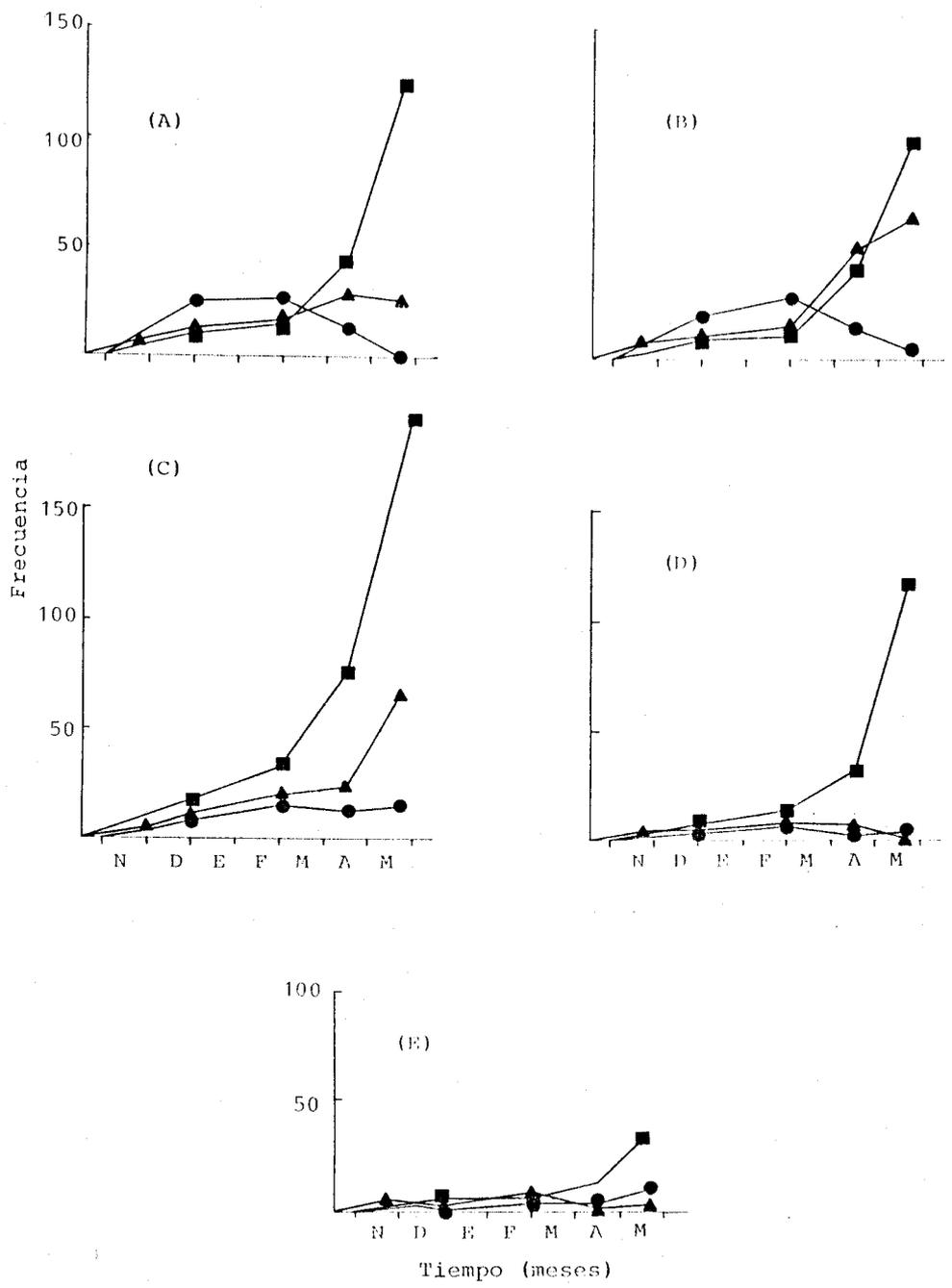


Figura 6.8.IV

implantación, que se desarrolla desde las primeras lluvias que desencadenan la germinación hasta el comienzo del invierno, es crítico en determinar su abundancia. La frecuencia de leguminosas sin embargo depende del periodo primaveral y es independiente del anterior.

Dentro de este patrón general, la abundancia de las distintas familias muestran fluctuaciones a lo largo del ciclo con diferentes patrones entre parcelas y años. En el grupo otras es donde éstas tienen mayor magnitud y son más heterogéneas (figura 6.8.III).

En gramíneas también son importantes; en la parcela 3 de Castilblanco descienden todos los años en mayo, mientras que en el resto solo lo hacen el 1985. En las compuestas las fluctuaciones son menores, salvo en la parcela 7 de El Pedroso en 1983. En las leguminosas no hay fluctuaciones y solo se aprecian diferencias entre parcelas en la abundancia que alcanzan en 1985 en primavera; mientras que en Castilblanco y en la parcela 1 de El Pedroso muestran una frecuencia intermedia a la 1983 y 1984, en las demás tienen una abundancia semejante a la de 1983.

Dos pueden ser las causas de estas fluctuaciones:

- a) la existencia de especies de diferente fenología que se suceden en el año. La marchitez de las más tempranas daría lugar a descensos en la frecuencia antes del mes de mayo; su distinta abundancia en las diferentes parcelas y

años sería la causa de la heterogeneidad de los patrones encontrados.

- b) El desigual reparto de la precipitación dentro del año. Los periodos de sequia no afectan de la misma manera a todas las especies; las características físicas y bióticas específicas de cada parcela y los cambios en composición entre años darían lugar a las diferencias en los patrones encontrados.

#### 6.2.2. Fenología.

En este apartado se va a considerar la importancia del reemplazo de especies de distinta fenología a lo largo del ciclo anual en determinar las variaciones en frecuencia dentro del año.

En las especies anuales el final del ciclo de vida viene determinado por un periodo reproductivo más o menos dilatado, después del cual se produce la muerte de los individuos (Harper, 1977; Jackson y Roy, 1986). Su ciclo está adaptado a un periodo climáticamente favorable, que en este caso abarca desde las primeras lluvias de otoño hasta finales de primavera en el que comienza el periodo de déficit hídrico. No todas las especies siguen este mismo patrón; algunas tienen un ciclo de vida muy corto, con el periodo reproductivo a finales de invierno o principio de primavera, mientras que otras son capaces de reproducirse durante el verano.

Para caracterizar el estado fenológico de cada especie en cada inventario se han considerado cuatro fenofases:

- estado vegetativo (V).
- floracion (F).
- fructificacion o formacion de semillas (S).
- marchitez

Las tres primeras no son excluyentes entre sí. Así, una especie se puede encontrar en dos estados distintos (V y F o F y S). o incluso en las tres a la vez (V,F y S), ya que un mismo individuo se puede presentar a la vez en fenofases distintas (F y S) o puede haber poblaciones cuyos individuos no son sincrónicos en la reproducción. La marchitez sin embargo, suele producirse de forma sincrónica en todos los individuos.

Para simplificar se ha considerado que cada especie puede estar en dos estados: vegetativo (V) y reproductivo (F y/o S). En el caso en que se encuentre en los dos a la vez se ha asignado a reproductivo cuando más del 10% de la frecuencia de la especie correspondía a individuos en esta situación. Las especies se han clasificado según el momento del ciclo anual en el que se produce la floración y marchitez, pudiendose distinguir cinco tipos:

1. Floración en el periodo de diciembre a marzo, marchitándose antes de mayo.

2. Floración en abril, marchitándose en mayo.
3. Comienzo de la floración en el periodo diciembre-abril aunque la especie continua viva en mayo, marchitándose al final de este mes.
4. Floración en mayo y marchitez al final de este mes.
5. Floración posterior a mayo.

En la tabla 6.4 se presenta la clasificación de las especies según su fenología. Es importante destacar que los individuos de la misma especie siguen el mismo patrón en los tres años y parcelas estudiadas, con escasas excepciones. *Vulpia bromoides* tiene un comportamiento fenológico diferente entre el sur de la región (Castilblanco, El Pedroso) el norte (Cazalla). En el primero florece en abril y se agosta en mayo. En el segundo su floración se produce en mayo. En otras situaciones caracterizadas por una mayor humedad (bajo el árbol y en zonas bajas de ladera) se detecta también un retardo en su floración. Esta es la única especie a la que se ha encontrado diferencias en la fenología en función de un gradiente mesoclimático o por diferencias en la humedad edáfica. Esta especie se ha adscrito al grupo 2 al analizar las parcelas de Castilblanco y El Pedroso y al 4 en la de Cazalla. *Poa annua* y *Veronica arvensis* se han incluido en el grupo 1, a pesar de que son capaces de producir nuevos brotes después de haber completado el ciclo reproductivo, realizando un nuevo ciclo más tardío cuando las condiciones climáticas son favorables; La razón es que este comportamiento es casi

Grupo fenolog.	Gramíneas	Legumin.	Compuestas	Otras
1	POA BUL POA ANN MIB MIN		BEL ANN CHA FUS	ERO CIC APH MIC VER ARV TEE COR
2	MOL MIN VUL BRO		LEO TUB	CER GLO CRA TIL JUN BUF ARI VUL RAN BUL ERO BOT ISO HIS MOE ERE
3		TRI SUB	EVA PIG	PAR ARG COR TEL RUM BUC DIP CAT POL TET GER MOL PLA COR SHE ARV SPE PUR CAR SPP
4	AEG NEG AGR POU AVE BAR AIR CAR BRA DIS BRO HOR BRO MAD BRO TEC CYN ECH CHA FAS GAU FRA HOR MUR HOL SET LOL RIG LOL PER PSI INC PHA TUB STI CAP TAN CAP VUL BRO VUL CIL VUL GEN	ANT LOT COR REP LOT SUB MED POL ORN COM ORN PIN SCO VER TRI CAM TRI ARV TRI CHE TRI STR TRI GLO TRI TOM TRI ANG TRI BOC TRI SCA TRI CER TRI SUB BIS PEL	AND INT CHA MIX CHA NOB COL MYC CRE CAP HED CRE HYP GLA LEO TAR LOG GAL PUL PAL TOL BAR HYP RAD	ANA ARV BEL TRI CUS SP. ECH PLA EUP EXI GAL APA LIN NAR PLA LAN PLA LAG RUM PUL RUM ACE SAN MIN SIL GAL TUB GUT
4	AGR CAS CYN DAC		CAR RAC	ASP ALB ERI CAM DAU CAR

Tabla 6.4. Clasificación de las especies según su pertenencia a distintos grupos fenológicos (1, 2, 3, 4 y 5) y a cada familia.

anecdótico por la escasa frecuencia con que se presenta.

Los grupos fenológicos tienden a mostrar una segregación temporal en la floración (figura 6.9). El solapamiento es muy bajo entre los grupos que presentan un pico de floración muy concentrado en el tiempo (grupos 2 y 4). El grupo 1, con un periodo reproductivo más dilatado presenta el pico de mayor floración en febrero, antes de la reproducción de la mayoría de las especies.

De las 108 especies consideradas, la mayoría (62%) se encuadran dentro de grupo 4, es decir con floración en mayo (tabla 6.5)

grupos fenológicos	gram.	legum.	comp.	otras	total de especies
1	10.7	0.0	11.1	11.7	9.2
2	7.1	0.0	5.6	16.5	9.2
3	0.0	5.0	5.6	26.0	12.1
4	75.1	95.0	66.7	35.5	62.1
5	7.1	0.0	11.0	9.3	7.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Tabla 6.5. Porcentaje de especies pertenecientes a cada grupo fenológico (grupos 1, 2, 3, 4 y 5) frente al número total de especies de cada familia y frente al total de especies.

La cuarta parte del total (25.8%) florecen en un periodo distinto a mayo (grupos 1, 2 y 5) y un 12% comienza su floración antes de esta fecha aún cuando permanezca en estado reproductivo en este mes (grupo 3). Se observa una gran

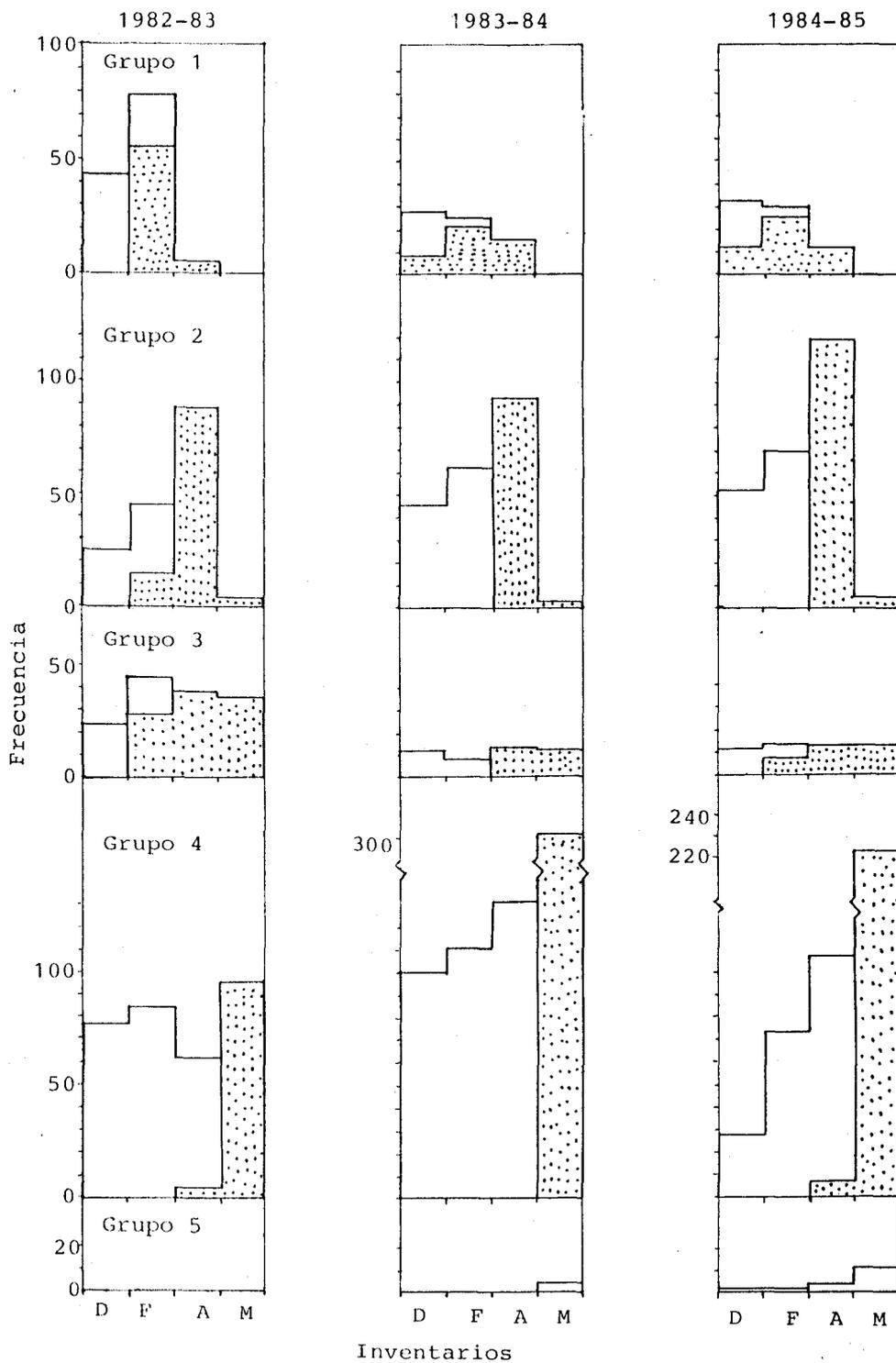


Figura 6.9. Evolución de la frecuencia de los cinco grupos fenológicos a lo largo del ciclo anual durante los tres años de estudio, en la parcela 4 de Castilblanco. Se señala en punteado la frecuencia de cada grupo en fase reproductiva (flor y/o fruto).

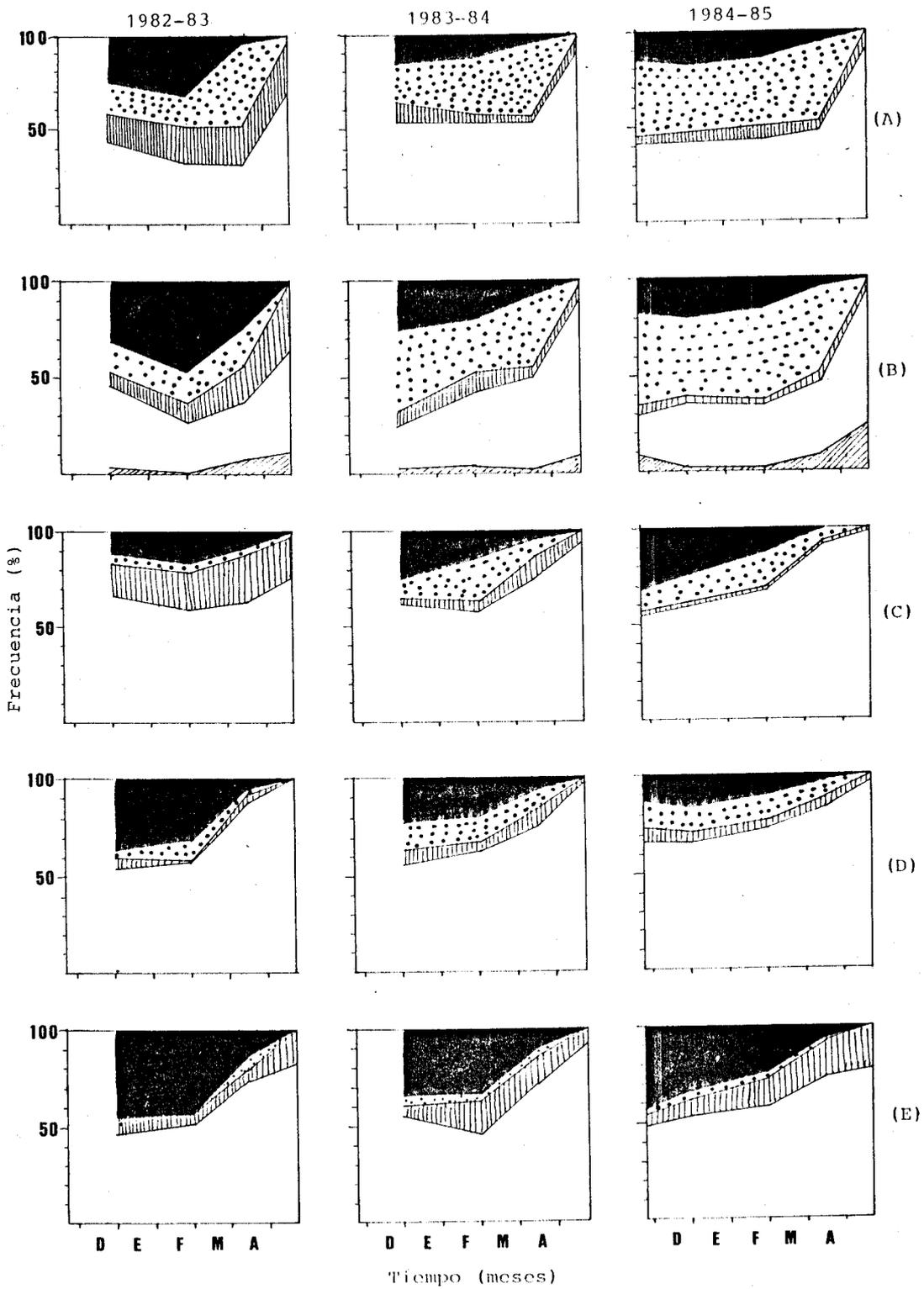
variabilidad entre familias en cuanto a la fenología de sus especies. En las gramíneas, leguminosas y compuestas predominan las especies que florecen en mayo, destacando las segundas en las que sólo hay una (*Trifolium subterraneum*) que lo haga fuera de esta época. Por el contrario, en el resto (otras), la mayoría (64.3%) comienzan su floración en un periodo diferente a mayo y un 38% no solapa su periodo reproductivo con las especies del grupo 4.

El número de especies cuya floración y formación de semillas no coinciden en el tiempo con el pico de floración primaveral es importante, pero más lo es su contribución al total de la frecuencia de la vegetación (figura 6.10).

Las especies de floración temprana (grupos 1, 2 y 3) son muy abundantes (40-75% de la frecuencia total) Sin embargo, las que florecen en verano (grupo 5) están muy poco representadas. Solamente en la parcela 7 de Castilblanco llegan a alcanzar importancia (25% en mayo de 1985). Este grupo está constituido por una sola especie: *Cynodon dactylon*. Como se puede observar en la figura 6.10, su evolución es diferente al resto. La máxima representación la obtiene en el periodo otoñal y al final de primavera, siendo muy poco abundante en invierno. Aunque no se ha medido su frecuencia en verano, se ha comprobado visualmente un gran desarrollo después de la primavera. Este comportamiento, contrario al del resto de las especies se comprende si se tiene en cuenta que esta especie es de tipo C4 y por tanto,

Figura 6.10. Evolución a lo largo del ciclo anual de la contribución de cada grupo fenológico al total de frecuencia (expresada como porcentaje) durante los tres años de estudio y en las cinco parcelas estudiadas: (A) y (B): parcelas 4 y 6 de Castilblanco; (C) y (D): 1 y 7 de El Pedroso; (E): 2 de Cazalla.

-  Grupo 1
-  Grupo 2
-  Grupo 3
-  Grupo 4
-  Grupo 5



está adaptada a un desarrollo en verano, cuando la temperatura e intensidad luminosa es máxima y el régimen hídrico es desfavorable para el resto de las especies (Galiano, 1985).

La abundancia relativa de los distintos grupos fenológicos (figura 6.10) es muy semejante entre años. Aunque existe una tendencia de que los grupos de floración más dilatada (1 y 3) tiendan a disminuir de 1983 a 1985 (Castilblanco y parcela 7 de El Pedroso), esto no es generalizable para todas las parcelas. Su abundancia por tanto es independiente de fluctuaciones climáticas y parece ser una característica inherente a la organización de estas comunidades.

La frecuencia total de leguminosas y compuestas corresponden mayoritariamente a especies del grupo 4 (floración en mayo), estando las especies "tempranas" escasamente representadas (figuras 6.11.II y III). Las fluctuaciones en abundancia de estas familias a lo largo del año no se relacionan con la sucesión de especies de distinta fenología salvo las compuestas en la parcela 7 de El Pedroso en 1983, que presenta las fluctuaciones más acusadas (Figura 6.11.III), que se asocia a la alta representación en este año de una especie del grupo 1 (*Bellis annua*).

En gramíneas y otras las especies tempranas contribuyen de forma importante a la frecuencia total (figuras 6.11.I y IV). Las fluctuaciones existentes durante el ciclo anual pueden ser explicadas en gran parte por esto.

Los diferentes patrones de evolución temporal en la frecuencia de otras se relaciona con la diversidad de grupos fenológicos que las integran y su desigual representación entre parcelas y años. No obstante, también se observan distintos patrones de evolución temporal dentro de cada grupo fenológico entre parcelas y años (figura 6.11.IV), que no se relacionan con los picos de floración sino con fluctuaciones en la abundancia durante la fase vegetativa.

El descenso de las gramíneas en mayo en 1985 se relaciona fundamentalmente con el aumento este año de las especies de floración temprana (grupos 1 y 2) con respecto a años anteriores. En la parcela 1 de Castilblanco ocurre todos los años porque las especies del grupo 2 (*Vulpia bromoides* y *Molineriella minuta*) son dominantes en esta parcela.

Figura 6.11. Evolución de la frecuencia de gramíneas (I), leguminosas (II), compuestas (III) y otras (IV) a lo largo del ciclo anual en los tres años y cinco parcelas estudiadas. Se han diferenciado los distintos grupos fenológicos

- Grupo 1
- ▨ Grupo 2
- ▩ Grupo 3
- Grupo 4 •
- ▤ Grupo 5

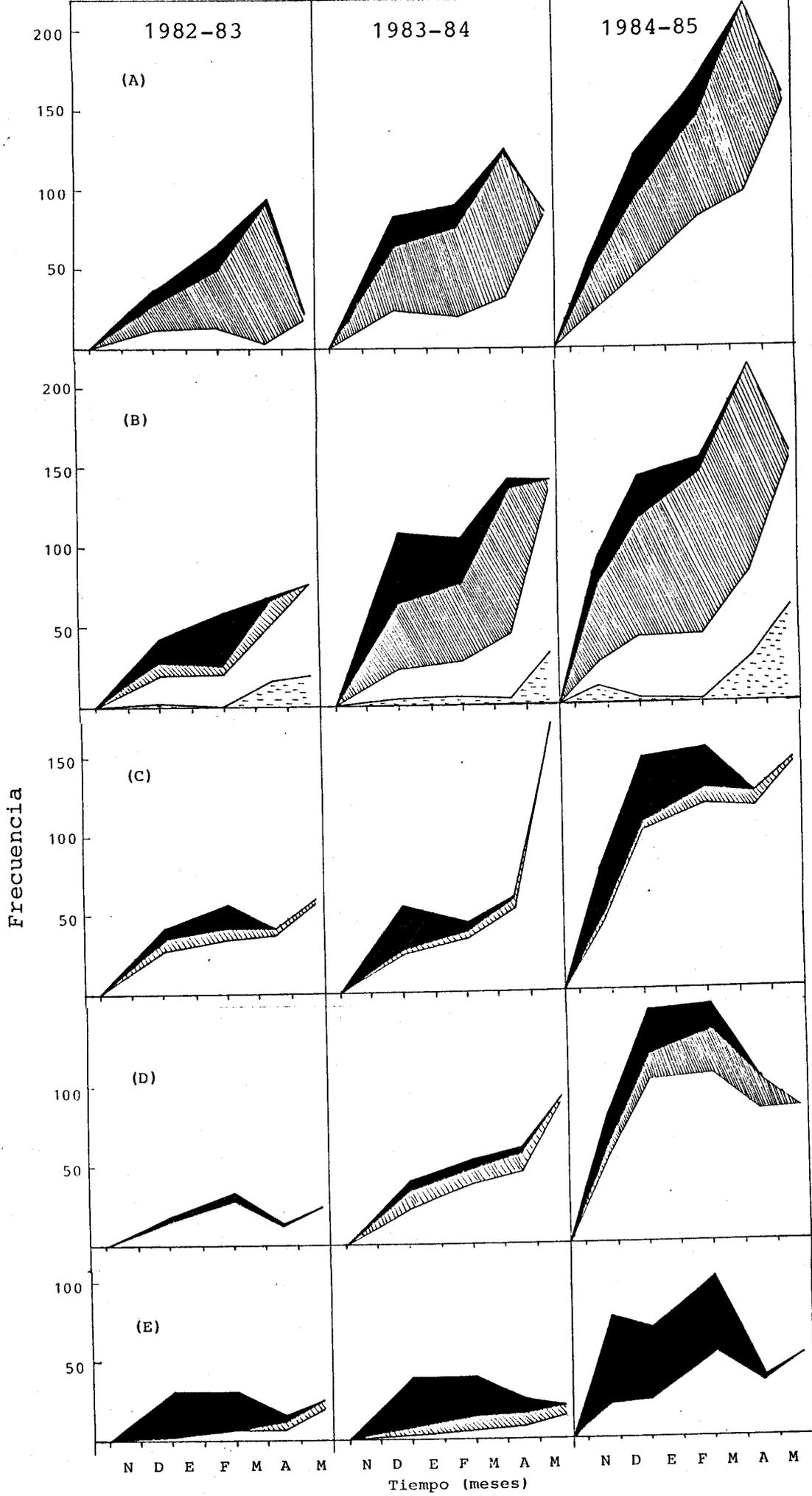


Figura 6.11.I

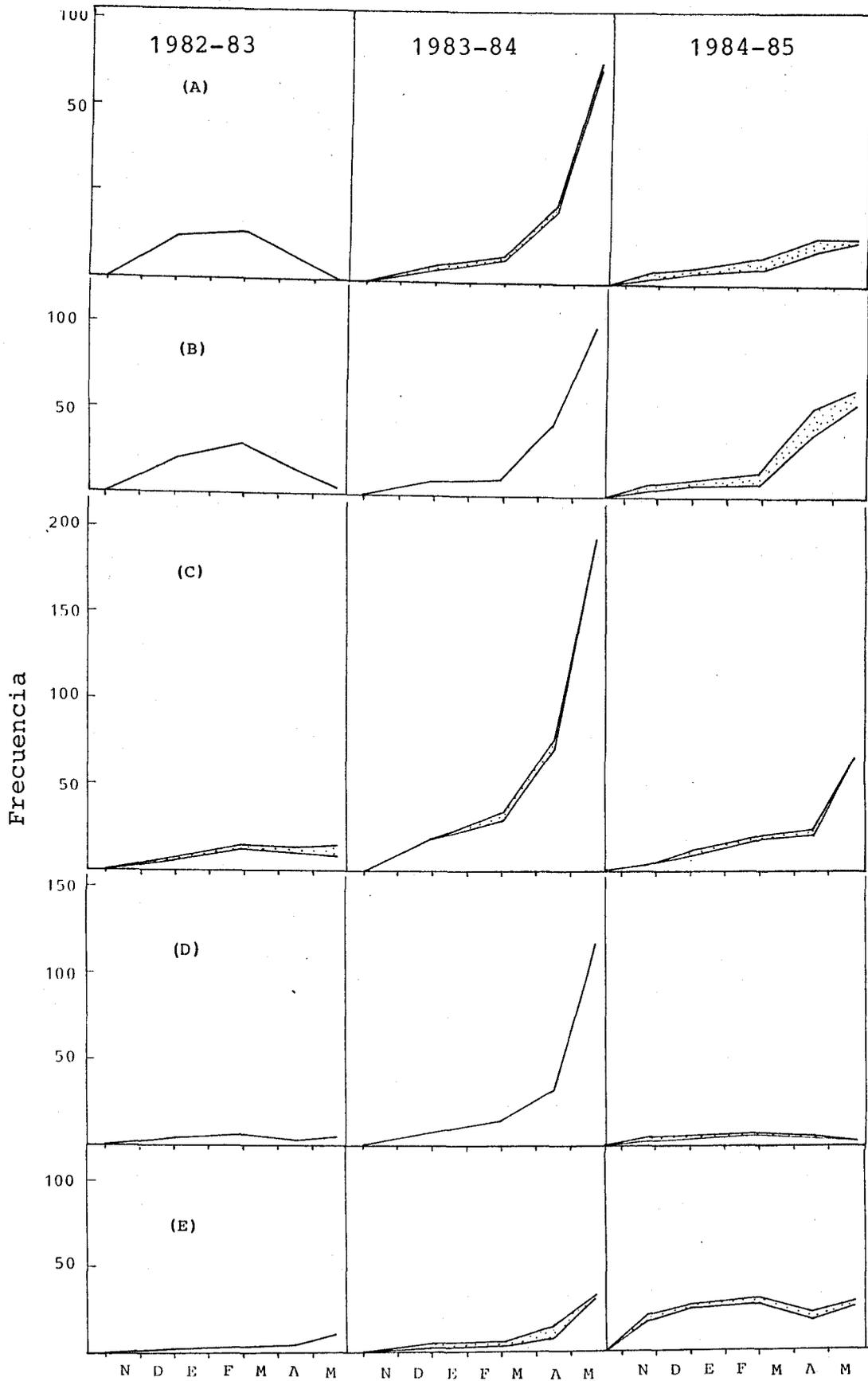


Figura 6.11.II

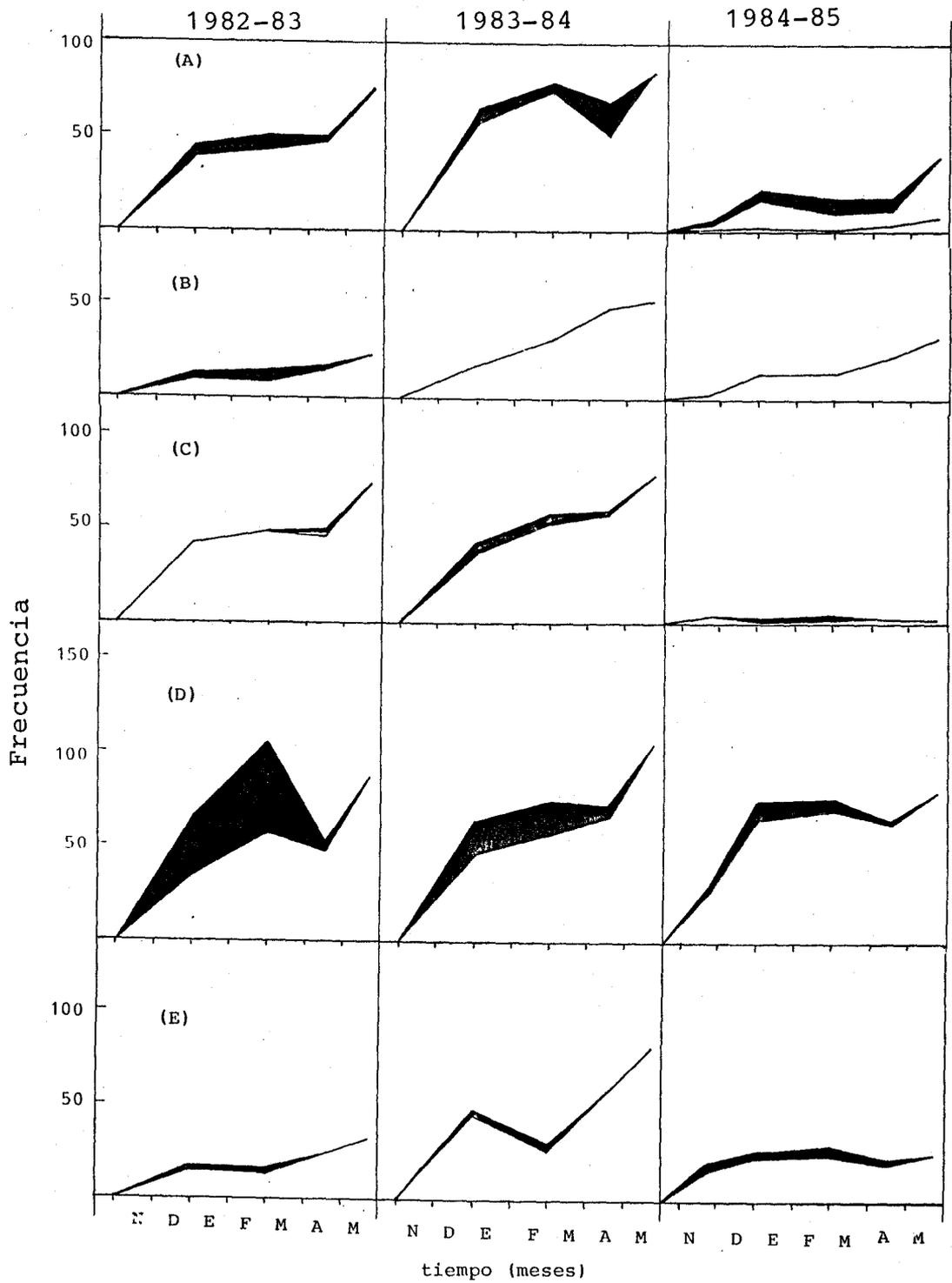


Figura 6.11.III

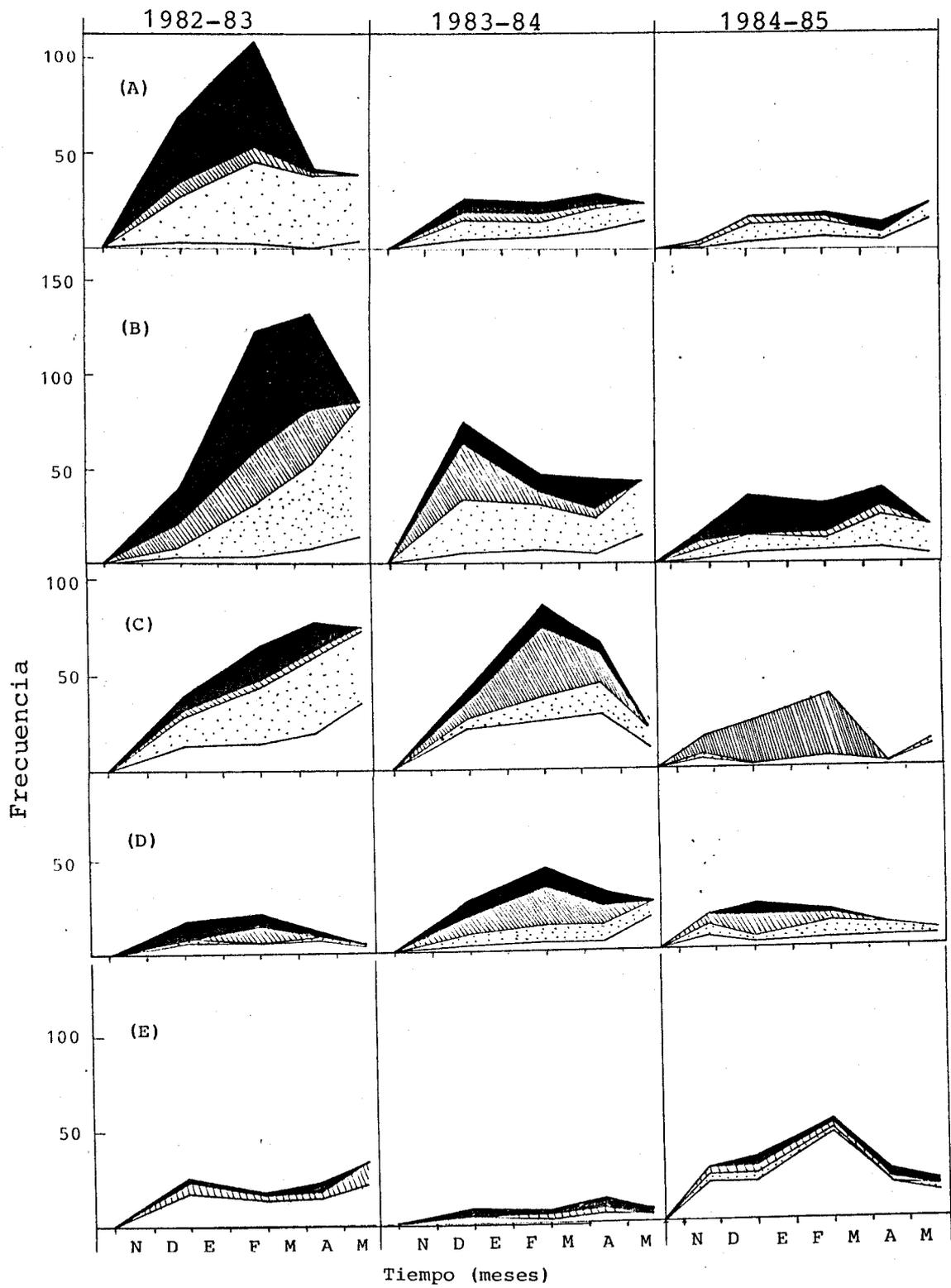


Figura 6.11.IV

### 6.3. CAMBIOS EN LA FRECUENCIA DE LAS ESPECIES.

En el presente apartado se analiza la evolución de la frecuencia de las especies más representadas en la comunidad con dos objetivos:

- 1) ver si las fluctuaciones no explicadas por la sucesión de especies de diferente fenología se relacionan con la dependencia de las especies de periodos de sequía dentro del ciclo anual.
- 2) establecer si los patrones detectados para las distintas familias son generalizables para las especies integrantes de éstas. Se utilizan las especies que, por su abundancia, presentan una contribución importante a cada familia considerada.

#### a) Gramineas.

En todas las especies analizadas la frecuencia aumenta de 1983 a 1985 (figura 6.12) desde el principio del ciclo de desarrollo, con escasas excepciones: *Molineriella minuta* y *Poa annua* en las parcelas 4 y 7 de Castilblanco respectivamente y *Agrostis pourretii* en las de El Pedroso. Las diferencias en abundancia se mantienen durante el otoño e invierno pero en algunos casos el pico de floración primaveral puede variar esta tendencia. Así, en 1984, *Agrostis pourretii* en la parcela 7 de Castilblanco y en El Pedroso, *Molineriella minuta* en la 7 de Castilblanco y

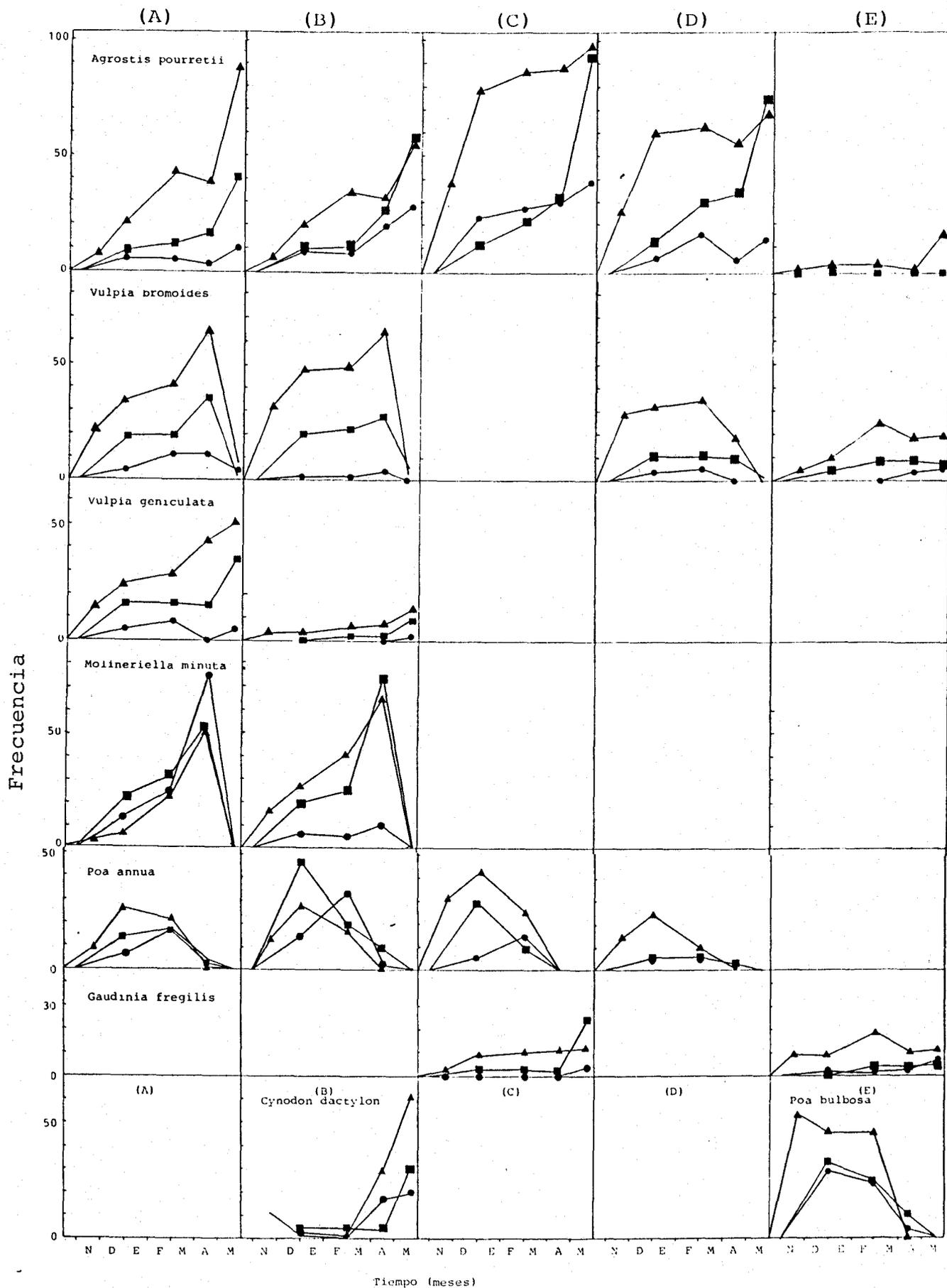


Figura 6.12. Evolución de la frecuencia a lo largo del ciclo anual de las especies más abundantes de gramíneas en los tres años y cinco parcelas estudiadas. (●) 1982-83; (■) 1983-84; (▲) 1984-85.

*Gaudinia fragilis* en la 1 de El Pedroso, alcanzan frecuencias iguales o ligeramente superiores a las de 1985 en primavera, aunque esta fuera inferior durante el resto del año.

La frecuencia de las gramíneas aumenta bruscamente durante la floración debido a que la morfología de las estructuras florales hace aumentar su cobertura. El incremento al pasar a la fase reproductora parece depender de la precipitación en el periodo primaveral. En todas las especies el incremento es menor en 1983 y 1985 con primavera más seca que en 1984, donde esta estación fue muy lluviosa. Es de destacar que en la parcela 7 de El Pedroso sobre granitos y con suelo muy arenoso y baja capacidad de retención de agua, la frecuencia de *Agrostis pourretii* y *Vulpia bromoides* desciende con respecto al invierno.

#### b) Compuestas.

Al igual que las gramíneas, la frecuencia de las especies de compuestas varía entre años desde el comienzo del ciclo, manteniéndose las diferencias durante éste, con escasas excepciones (figura 6.13).

No se detectan fluctuaciones en la abundancia que cambien este patrón general. Su frecuencia parece ser independiente de las variaciones en la precipitación dentro del año, dependiendo del periodo de implantación.

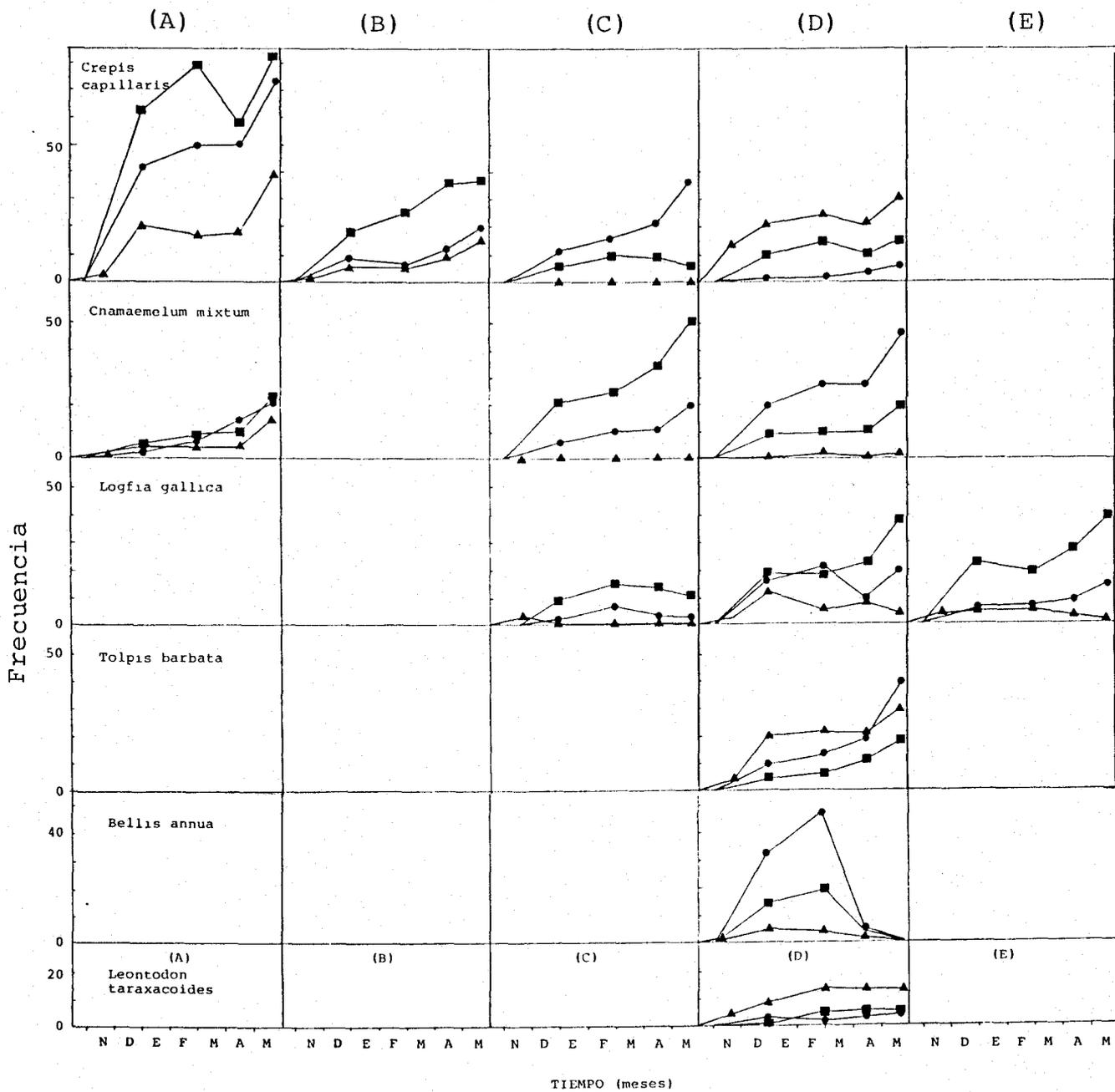


Figura 6.13. Evolución de la frecuencia a lo largo del ciclo anual de las especies más abundantes de compuestas en los tres años y cinco parcelas estudiadas. (●) 1982-83; (■) 1983-84; (▲) 1984-85.

No se observa una tendencia de variación entre años común a todas las especies, ni en la misma especie en diferentes parcelas, como ya se puso de manifiesto en el capítulo anterior. *Crepis capillaris* muestra mayor frecuencia en 1984 que en los otros dos años en Castilblanco, mientras que en El Pedroso lo hace en 1983 (parcela 1) y 1985 (parcela 7). El mismo fenómeno se observa en *Chamaemelum mixtum*. *Logfia gallica* sin embargo, muestra los mismos patrones temporales en las tres parcelas, con mayor frecuencia en 1984 que en el resto de los años, resultados que coinciden con los del apartado 6.1.2.

c) Leguminosas.

Todas las especies muestran el mismo patrón de evolución temporal que la familia en conjunto: una baja frecuencia en otoño e invierno y un fuerte incremento en primavera, alcanzando su máxima frecuencia en mayo (figura 6.14). La frecuencia en este mes en los tres años de estudio sigue las mismas pautas en todas las especies; es mayor en 1984 que en los otros dos años.

Existen diferencias entre especies en la frecuencia que se alcanza en 1985, resultados que coinciden con los del apartado 6.1.2. En *Trifolium glomeratum*, única especie común a varias de las parcelas estudiadas, se observa que el pico primaveral en este año es diferente en éstas, lo que muestra que no sólo depende de la precipitación sino también de

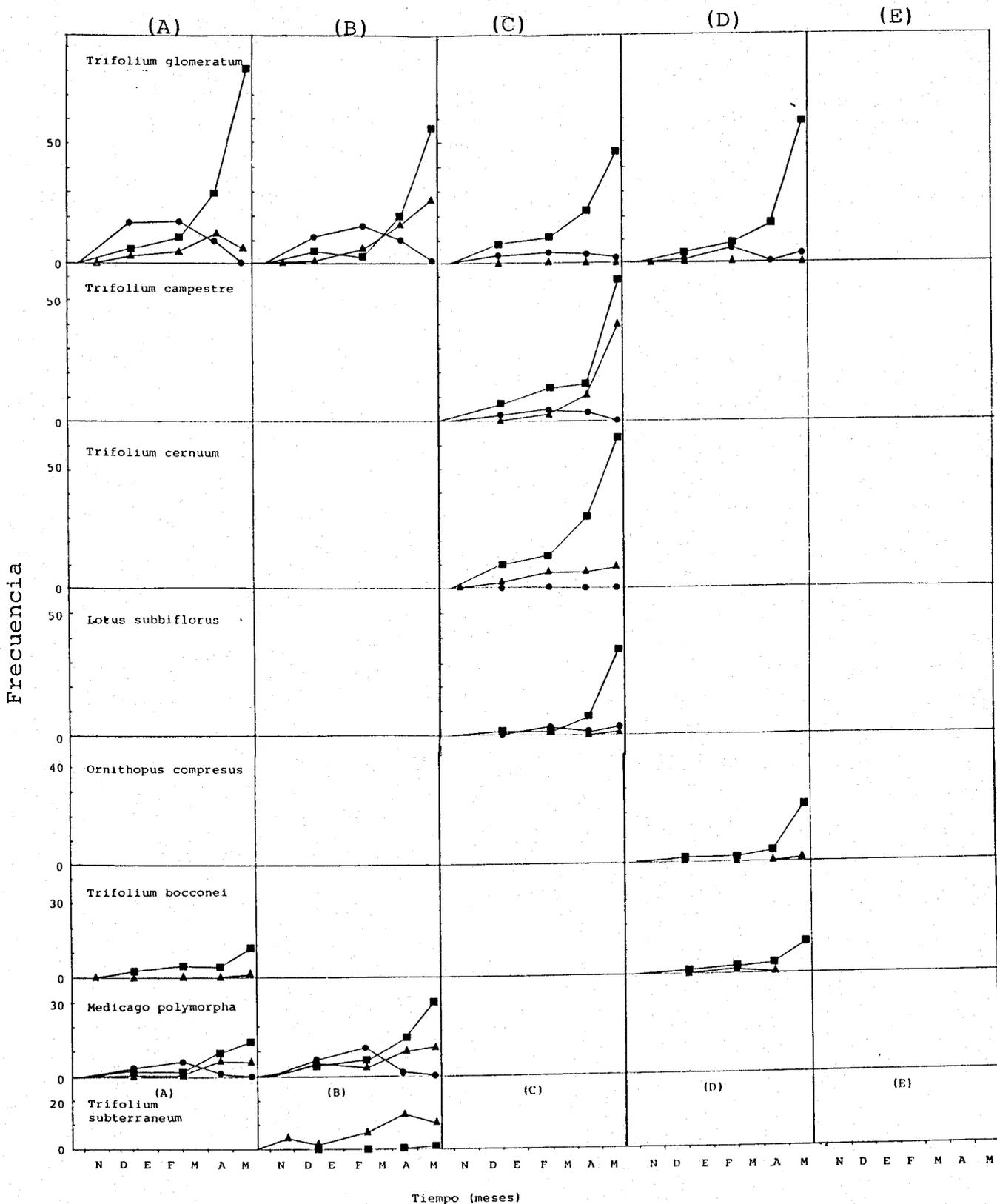


Figura 6.14. Evolución de la frecuencia a lo largo del ciclo anual de las especies más abundantes de leguminosas en los tres años y cinco parcelas estudiadas. (●) 1982-83; (■) 1983-84; (▲) 1984-85.

características propias de cada parcela (capacidad de retención de agua en el suelo, interacción con las demás especies).

d) Otras.

Algunas de estas especies (*Spergularia purpurea*, *Spergula arvensis*, *Diploaxis catholica*) muestran unas pautas de evolución semejantes entre parcelas y años (figura 6.15). Su frecuencia es mayor en 1983 durante todo el ciclo de desarrollo, que en el resto de los años. No existen fluctuaciones en la frecuencia que varíe esta pauta general.

En el resto de especies sin embargo, se encuentran comportamientos diferentes entre parcelas y años. Variaciones en la frecuencia a lo largo del ciclo dan lugar a que no exista una dependencia entre la abundancia al final del ciclo con respecto a la alcanzada tras la implantación. Si bien en algunas especies en parcelas determinadas esta relación sí existe (*Erodium cicutarium*, *Polycarpon tetraphyllum*, *Cerastium glomeratum* en la parcela 4 de Castilblanco) no ocurre así en todas las parcelas

#### 6.4. DISCUSION.

Los resultados muestran que existen tendencias de cambio en la vegetación entre años, que son similares en toda el área de estudio. Estos resultados concuerdan con los

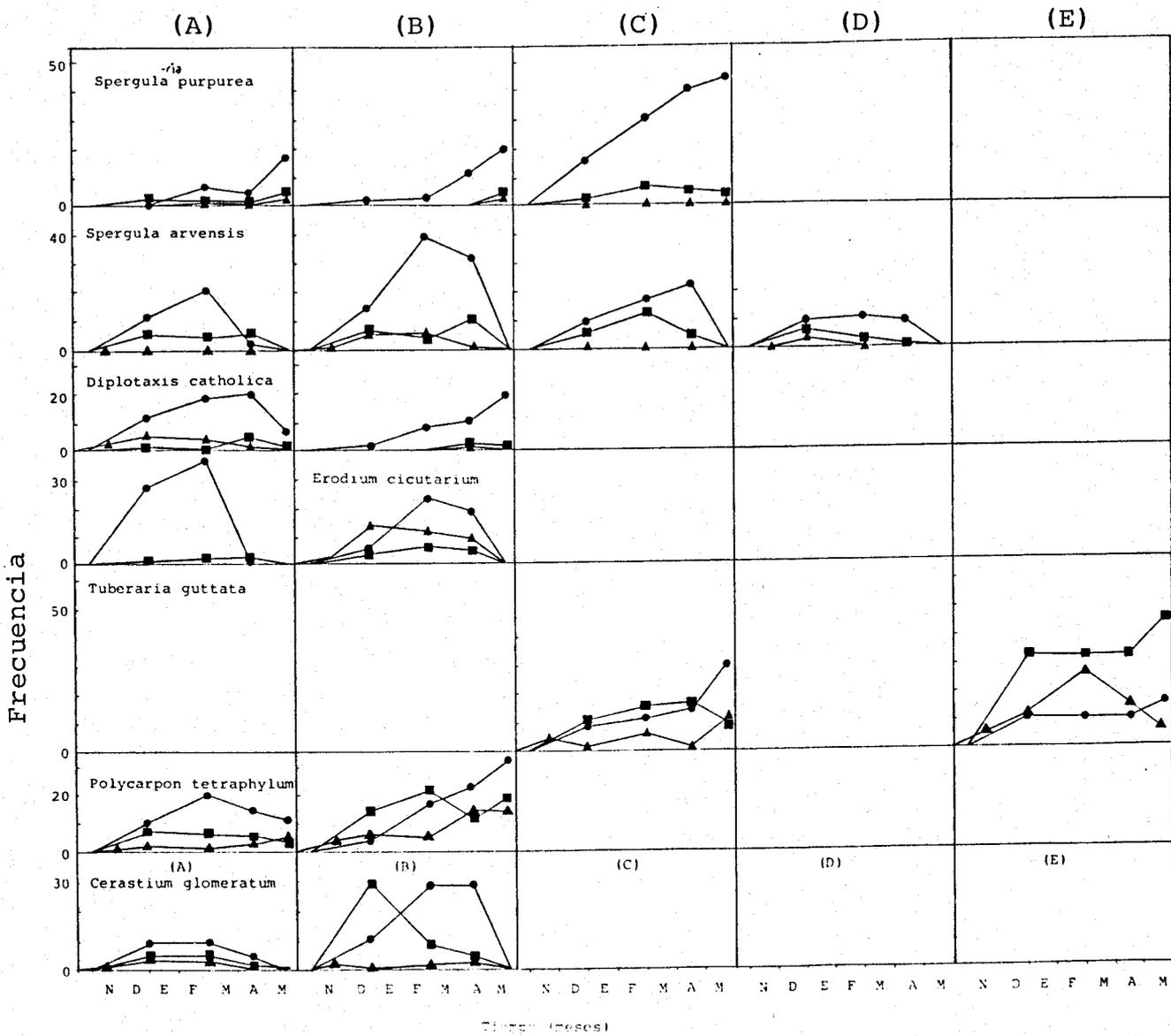


Figura 6.15. Evolución de la frecuencia a lo largo del ciclo anual de las especies más abundantes de otras en los tres años y cinco parcelas estudiadas. (●) 1982-83; (■) 1983-84; (▲) 1984-85.

obtenidos en los análisis de correspondencias del apartado 5.1.2. El eje III, que recoge tendencias temporales de cambio comunes a todas las parcelas, muestra que los inventarios de 1984 tienden a asociarse a especies de leguminosas (*Trifolium arvense*, *T. campestre*, *T. cernuum*, *T. subterraneum*, *T. cherleri* y *Lotus subbiflorus*) y las de 1985 con gramíneas (*Bromus madritensis*, *Agrostis pourretii*, *Vulpia geniculata* y *Cynodon dactylon*). Esto, como hemos visto en el presente capítulo, es debido a que su abundancia y número de especies aumenta en estos años.

La composición florística no depende de la precipitación total anual sino del reparto a lo largo del ciclo de desarrollo de la vegetación, lo que ya ha sido señalado por otros autores (Duncan y Woodmansee, 1975 y Pitt y Heady, 1978 en California; Rossiter, 1966 en Australia y Naveh, 1982 en Israel). Los años 1983-84 y 1984-85 presentan una precipitación anual similar (802 y 931 mm respectivamente) y sin embargo la composición es muy diferente en ambos. Ello indica la importancia de los patrones de distribución de las lluvias durante el año.

Las especies de gramíneas muestran patrones de variación temporal muy similares entre sí. Su abundancia es muy dependiente de la fase de implantación, siendo más abundantes en 1984-85, año con lluvias más precoces en otoño (figura 4.6) y poco del reparto de las lluvias durante el resto del

ciclo Rossiter (1966), Duncan y Woodmansee (1975) y Naveh (1982).

Aunque en menor medida, su abundancia depende también de la cantidad y reparto de la precipitación en primavera, que incide en el pico de floración en mayo, lo que también han señalado Pitt y Heady (1978). No obstante, los periodos de déficit hídrico no ponen en peligro la reproducción de estas especies. Aunque en algunas su frecuencia disminuye después de periodos secos, ésta aumenta cuando se producen lluvias posteriores (*Agrostis pourretii* en 1984-85). Varios autores han puesto de manifiesto la escasa incidencia del déficit hídrico sobre el éxito reproductor de esta familia. Edwing y Menke (1983) señalan que *Avena barbata* y *Bromus hordeaceus* son capaces de florecer aunque las lluvias acaben antes de finalizar el ciclo de desarrollo. Jackson y Roy (1986) obtienen los mismos resultados con estas mismas especies y con *Bromus madritensis*. Kozijn y Van der Werf (1986) demuestran para dos especies del género *Aira*, que los periodos de sequía durante la fase vegetativa no tienen un efecto apreciable durante el periodo reproductor. Sin embargo, Salter y Goode (1967) y Watkinson (1982) señalan que la sequía puede tener mayor importancia cuando se produce durante el periodo de formación de la flor y no durante la antesis.

El hecho de que las gramíneas tengan una respuesta homogénea frente a las condiciones climáticas no implica que sus estrategias frente a estas sean iguales. Rozijn y Van der Werf (1986) muestran para dos especies de *Aira* estrategias adaptativas a la sequía diferentes. Mientras que *A. caryophylla* está adaptada para reproducirse con éxito cuando el periodo de crecimiento se acorta por sequía, *A. praecox* está adaptada a condiciones de sequía en sí misma (independientemente del periodo en que se desarrolle). Al final el resultado es similar, aun cuando las especies difieran en sus respuestas.

La abundancia de leguminosas es muy dependiente de la cantidad y del reparto de las lluvias durante la primavera, estando afectadas negativamente por periodos de sequía a finales de invierno o en primavera. Naveh (1982) en Israel muestra que este grupo de especies es el más dependiente del reparto de la precipitación, señalando que son más abundantes en la vegetación al final del periodo de crecimiento si no se producen condiciones de sequía. Resultados similares obtienen Biswell (1956) en California y Rossiter (1966) en Australia, donde se producen los llamados "años de tréboles" cuando la distribución de la precipitación es favorable. Según Duncan y Woodmansee (1975) las leguminosas están favorecidas por las lluvias de primavera y en menor medida por las precipitaciones otoñales.

Varios autores indican la escasa adaptación de las leguminosas a condiciones de sequia (Gerakis et al., 1975; Bremeyer y Dyne, 1980). El efecto de la sequia puede ser muy acusado si se tiene en cuenta que el stress hidrico tiene un efecto perjudicial sobre la estructura de los nódulos, produciendose una restricción importante en la fijación de nitrogeno. La capacidad para recobrar la actividad simbiótica es muy lenta, estando en relación con la duración de la sequia (Sprent, 1972; Mujgan y Sprent, 1973; Aparicio Tejo y Sánchez Díaz, 1980). Esto explicaria la incapacidad de recuperación de las leguminosas despues de un periodo seco dilatado a principio de primavera de 1982-83, siendo mayor en 1984-85 despues de un periodo de déficit hidrico menos importante.

La abundancia de compuestas y la mayoría de las especies de otras dependen del periodo otoñal, aunque no se detectan pautas homogéneas entre parcelas y especies, a excepción de algunas de ellas (*Spergularia purpurea*, *Spergula arvensis* y *Diplotaxis catholica*). Ello parece indicar que para la mayoría de estas especies los factores climáticos son secundarios en, determinar su abundancia, tomando preponderancia características inherentes a la comunidad o a las especies.

El comportamiento diferente observado entre especies en una misma parcela puede ser resultado de la heterogeneidad de estrategias adaptativas existentes en la fase de implantación frente a las mismas características del medio.

El comportamiento distinto de una misma especie en parcelas distintas reflejaría la existencia de respuestas variadas frente a características particulares en cada parcela durante la implantación: la mayor o menor capacidad de retención del agua en el suelo incide sobre la tasa de germinación y supervivencia de las plantulas (Harper, 1977; Silvertown, 1982) y sobre el éxito reproductivo del año anterior y por tanto de la cantidad y características de la reserva de semillas. Como señalan Shmida y Ellner (1984), Grubb (1986) y Marañón y Bartolome (1987), la cantidad de semillas producidas por planta o por superficie puede variar fuertemente entre unos años y otros en pastizales bajo clima muy fluctuante, determinando el número de individuos que se pueden implantar al año siguiente.

La interacción entre los componentes de la comunidad puede ser importante durante el periodo de implantación (Holland, 1973) y durante la fase vegetativa (como se deduce del comportamiento de algunas especies de otras); la predominancia en estas familias de especies con escasa capacidad de crecimiento en altura (rosetas, rastreras) o de talla pequeña (Ortega, datos no publicados) pueden ser determinantes de una baja capacidad competitiva (Grime,

1979).

7. CAMBIOS EN LA VEGETACION A NIVEL LOCAL.

## 7.1. DINAMICA DE LA VEGETACION EN UNA LADERA.

### 7.1.1. Material y metodos.

Se eligió una ladera en El Pedroso orientada al sur, de 140 metros de longitud en la dirección de máxima pendiente y 16,8 metros de desnivel desde el interfluvio a la zona mas baja (figura 7.1).

Siguiendo la dirección de máxima pendiente se situaron 4 parcelas permanentes a lo largo de la ladera, en zonas sin influencia del arbolado. En cada parcela se realizó un sondeo para describir el perfil del suelo. Las características de las parcelas son las siguientes (figura 7.1):

- a) zona alta (A): a 10 metros del interfluvio, tiene una pendiente elevada (26%). El suelo presenta una escasa profundidad (30 cm) y un perfil poco desarrollado (A, Bw, R).
- b) zona media-alta (MA): a 30 metros del interfluvio, presenta una pendiente menor (15%). El suelo es mas profundo (55 cm), co un perfil mas desarrollado (A, ABw, Bw, R); el horizonte A de mayor potencia y presenta un horizonte de transición (ABw).
- c) zona media-baja (MB): se situa a 90 metros del interfluvio, teniendo una pendiente suave (5%). El perfil del suelo es similar a la zona anterior aunque

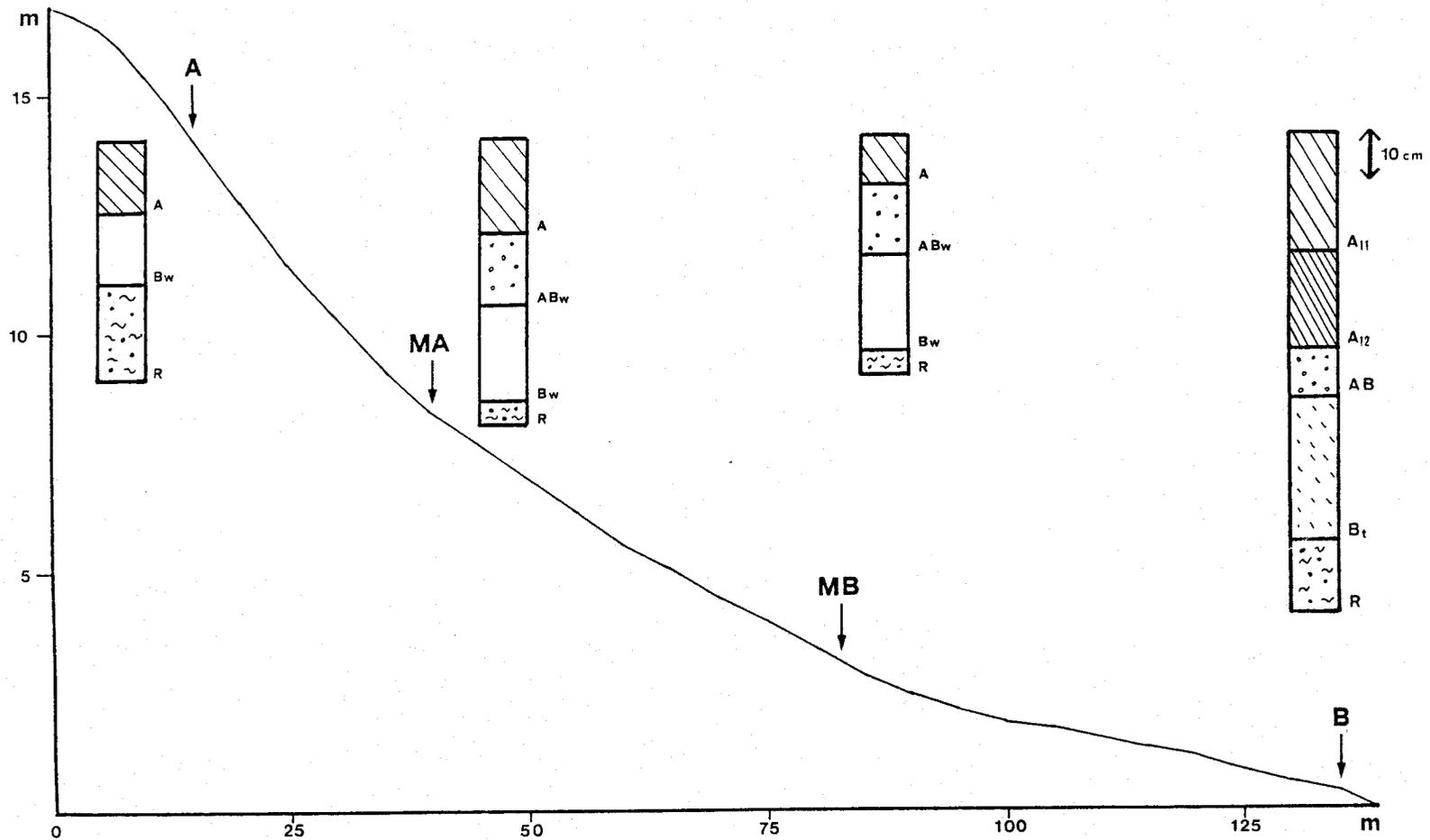


Figura 7.1. Localización de las parcelas en un esquema del perfil topográfico de la ladera estudiada. Se ha esquematizado también la estructura del perfil del suelo en cada parcela.

tiene menor profundidad debido al menor espesor del horizonte superficial que ha sido eliminado en parte en un antiguo desbroce.

- d) zona baja (B): situada en el extremo inferior de la ladera, con pendiente nula y una profundidad del suelo superior a 1 metro, tiene un perfil muy desarrollado (A11, A12, ABg, Bg)

La vegetación se muestreó a lo largo del ciclo anual en dos años agrícolas (1983-84; 1984-85) siguiendo el método descrito en el apartado 3.2.

#### 7.1.2. Resultados.

Existen diferencias en composición florística entre las cuatro parcelas estudiadas (figura 7.2) que coinciden con las descritas en numerosos trabajos sobre el efecto de la topografía sobre los pastos de dehesa. Las especies que aparecen exclusivamente en la parcela alta (*Biserrula pelecinus*, *Trifolium arvense*, *Mibora minima*, *Stipa capensis*) son características de comunidades sobre suelos poco desarrollados, con predominancia de erosión, exportación de elementos finos y baja capacidad de retención de agua (Luis Calabuig, 1976; Rivas Martínez et al., 1980). A la zona baja se asocian especies características de suelos profundos con predominio de sedimentación y una mayor humedad edáfica, llegando a encharcamiento estacional: *Agrostis castellana*, *Asphodelus albus* y *Carex* spp. (González Bernáldez et al.,

	A	MA	MB	B
<i>Biserrula pelecinus</i>	●			
<i>Trifolium arvense</i>	●			
<i>Hypochoeris glabra</i>	●			
<i>Andryala integrifolia</i>	●			
<i>Spergularia purpurea</i>	●			
<i>Erodium cicutarium</i>	●			
<i>Mibora minima</i>	●			
<i>Vulpia geniculata</i>	●			
<i>Stipa capensis</i>	●			
<i>Tolpis barbata</i>	●	●		
<i>Lentodon taraxacoides</i>	●	●		
<i>Crassula tillaea</i>	●	●		
<i>Trifolium glomeratum</i>	●	●	●	
<i>Tuberaria guttata</i>	●	●	●	
<i>Rumex bucephalophorus</i>	●	●	●	
<i>Poa annua</i>	●	●	●	
<i>Vulpia bromides</i>	●	●	●	●
<i>Agrostis pourretii</i>	●	●	●	●
<i>Trifolium subterraneum</i>		●		
<i>Chamaemelum mixtum</i>		●		
<i>Logfia gallica</i>		●		
<i>Vulpia ciliata</i>		●		
<i>Chamaemelum fuscatum</i>		●	●	
<i>Isoetes histrix</i>		●	●	
<i>Trifolium campestre</i>		●	●	●
<i>Bellis annua</i>		●	●	●
<i>Crepis capillaris</i>		●		●
<i>Cerastium glomeratum</i>		●		●
<i>Lotus subbiflorus</i>			●	
<i>Trifolium cernuum</i>			●	
<i>Chamaemelum nobile</i>			●	
<i>Moenchia erecta</i>			●	
<i>Galium aparine</i>			●	
<i>Carex spp</i>			●	●
<i>Rumex pulcher</i>				●
<i>Agrostis castellana</i>				●
<i>Asphodelus albus</i>				●

Figura 7.2. Composición florística de las cuatro parcelas estudiadas en la ladera de El Pedroso. Se han señalado solamente las especies más abundantes. Circulos gruesos: frecuencia superior al 10% del total; circulos pequeños: frecuencia comprendida entre el 5 y el 10% del total.

1980; Rivas Martínez et al., 1981; Satre et al., 1982). A las dos parcelas intermedias se asocian *tuberaria guttata*, *Vulpia bromoides*, *Chamaemelum fuscum*, *Isoetes histrix*, y especies comunes a los extremos de la ladera. La existencia de *Trifolium cernuum* y *Carex* spp. en la parcela MB indica la existencia de afloramientos de agua (Rivas Martínez et al., 1980).

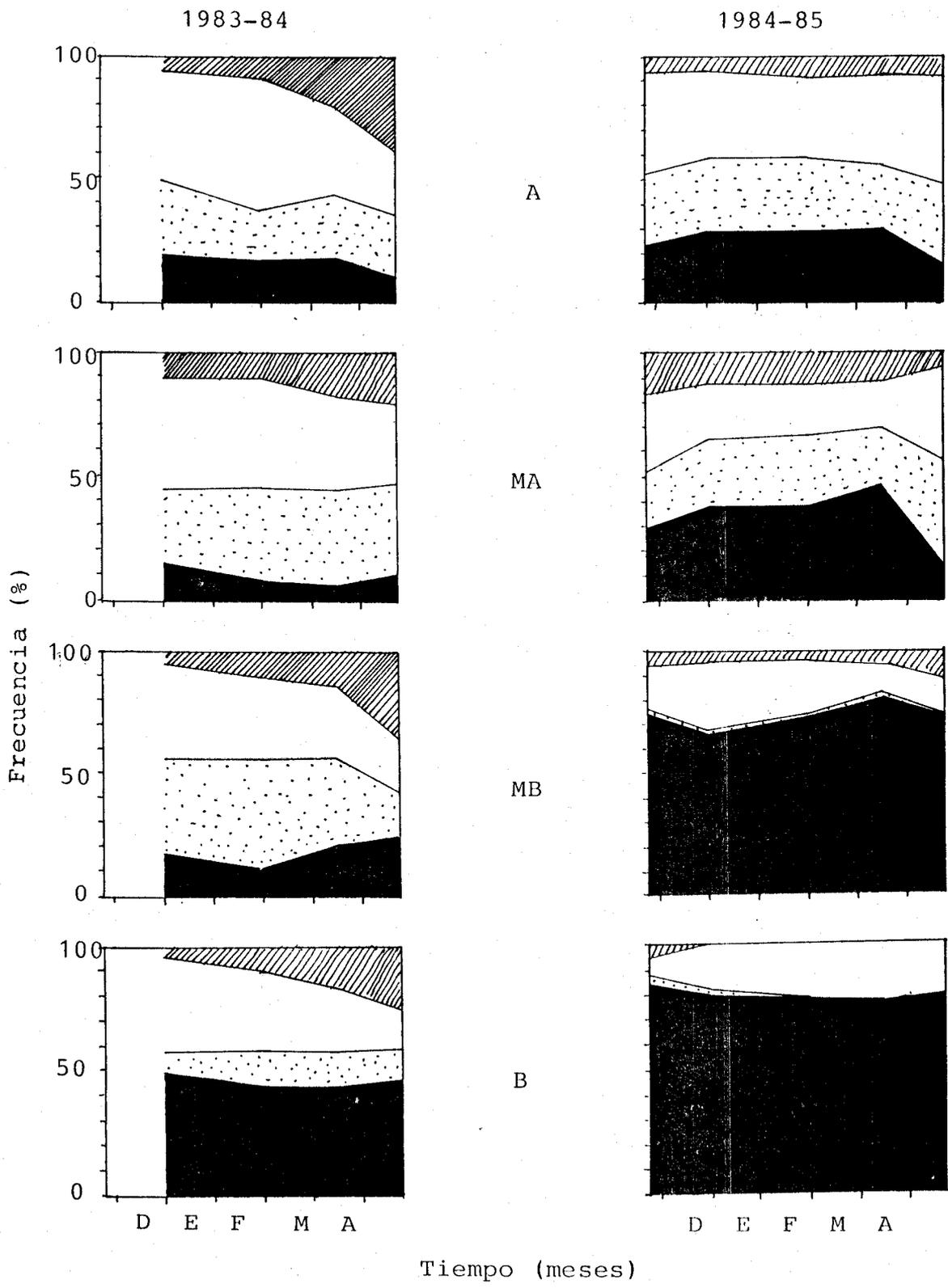
Los cambios temporales en composición siguen las mismas pautas en todas las parcelas y coinciden con los resultados obtenidos en el capítulo 6; sin embargo, no son de igual magnitud en todas ellas (figura 7.3): el aumento proporcional de las gramíneas en 1984-85 es mayor conforme se desciende en la ladera; donde las gramíneas son más abundantes las compuestas llegan a desaparecer (parcela MB y B).

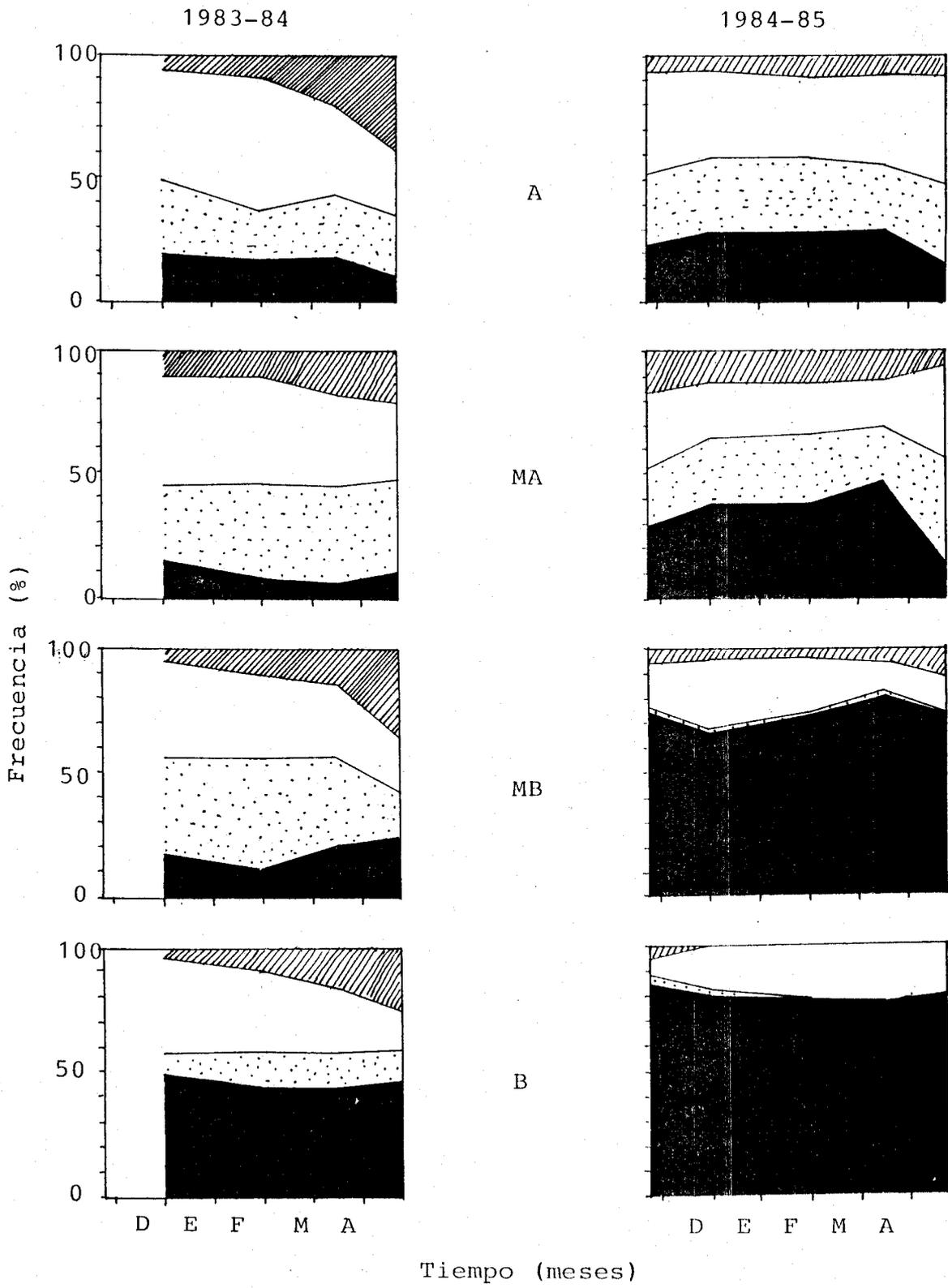
En frecuencia absoluta, las especies de gramíneas aumentan en 1984-85 con respecto al año anterior (figura 7.4). Sin embargo, y al contrario que los resultados encontrados en los capítulos anteriores, *Agrostis pourretii* muestra un comportamiento diferente según parcelas: en la parcela baja sufre una fuerte disminución en 1984-85.

Las especies de compuestas y otras, al igual que en resultados anteriores, muestran pautas de variación heterogéneas en el espacio y en el tiempo. No obstante, si se puede encontrar una pauta de cambio en relación con el

Figura 7.3. Evolución de la contribución de cada familia al total de frecuencia (expresada como porcentaje sobre el total) durante el ciclo anual en los dos años de estudio (1983-84 y 1984-85) en las cuatro parcelas de la ladera: Alta (A), media-alta (MA), media-baja (MB) y baja (B).

-  Leguminosas
-  Otras
-  Compuestas
-  Gramineas





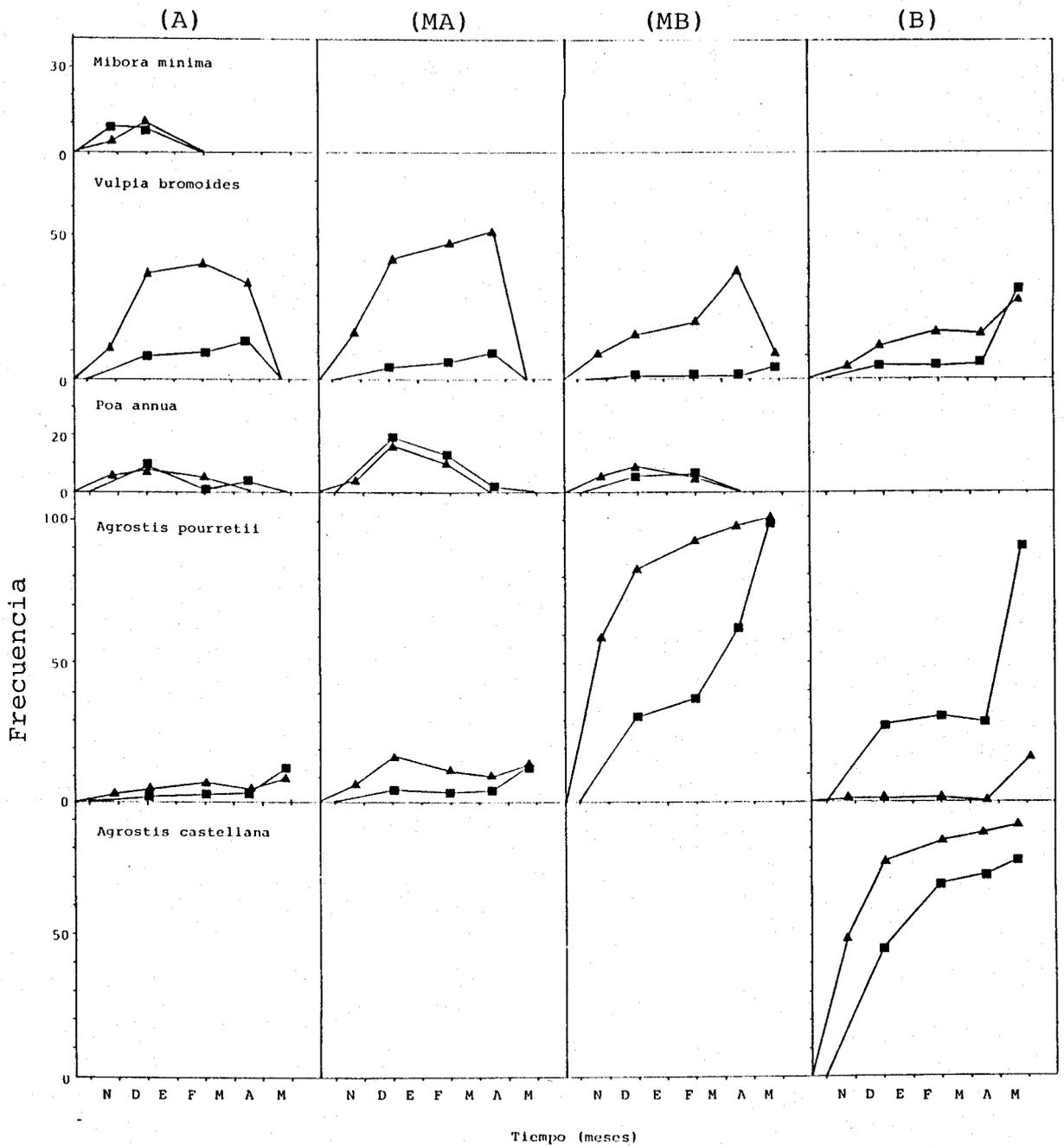


Figura 7.4. Evolución de la frecuencia de las gramíneas más abundantes (>5% de la frecuencia total) durante el ciclo anual en las cuatro parcelas de ladera: Alta (A), Media-alta (MA), Media-baja (MB) y Baja (B) y en los dos años de estudio: 1983-84 (■) y 1984-85 (▲).

gradiente: allí donde existe una especie de gramínea muy dominante desde el principio del ciclo de desarrollo (*Agrostis pourretii* en la parcela MB; *Agrostis castellana* en la B), disminuyen o llegan a desaparecer en 1984-85 desde el comienzo del ciclo de desarrollo (figuras 7.5 y 7.6). Examinando aquellas especies más abundantes en la mayor parte de las parcelas de la ladera (*Crepis capillaris*, *Bellis annua*, *Chamaemelum fuscum*, *Cerastium glomeratum* e *Isoetes histrix*), se ve que en 1985 aparecen con una frecuencia semejante al año anterior en las dos parcelas más altas, mientras que disminuyen mucho o llegan a desaparecer en las bajas.

En las leguminosas se encuentra el mismo fenómeno. Estas desaparecen desde el comienzo del ciclo en las zonas bajas, mientras que en las altas su abundancia en otoño e invierno es semejante al año anterior (figura 7.7). Su escaso desarrollo primaveral en 1985 con respecto al año anterior es general en todas las parcelas. Esto confirmaría la hipótesis de que el crecimiento en esta época es dependiente de la precipitación y no se relaciona con la dominancia de otras especies (gramíneas).

Estos resultados parecen indicar la existencia de relaciones de competencia entre gramíneas y el resto (dicotiledóneas en su mayoría). Las primeras parecen tener un papel muy importante en determinar la composición del conjunto de la comunidad; cuando alcanzan una abundancia alta

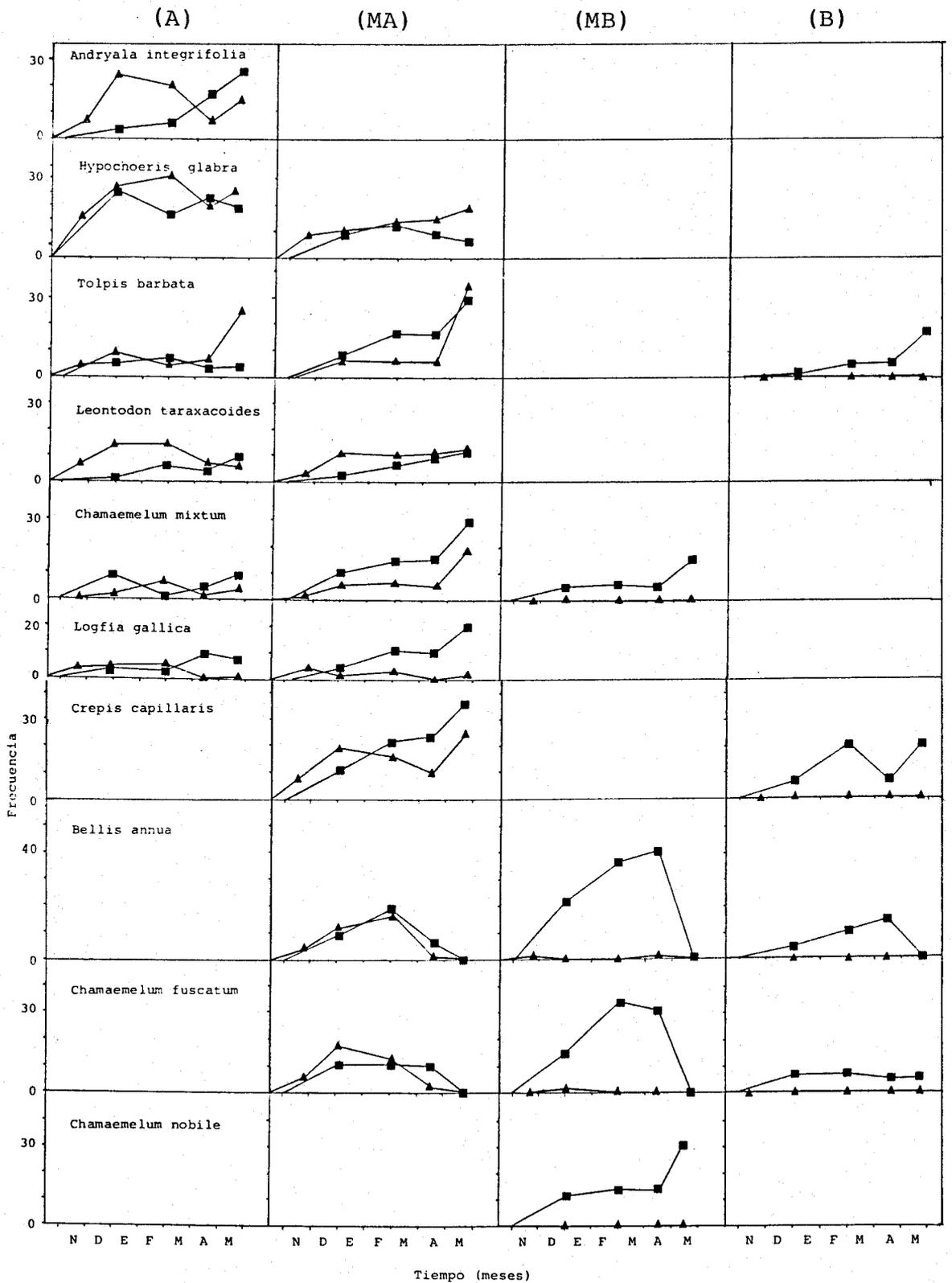


Figura 7.5. Evolución de la frecuencia de las compuestas más abundantes (>5% de la frecuencia total) durante el ciclo anual, en las cuatro parcelas de ladera (A, MA, MB, B) y en los dos años de estudio: 1983-84 (■) y 1984-85 (▲).

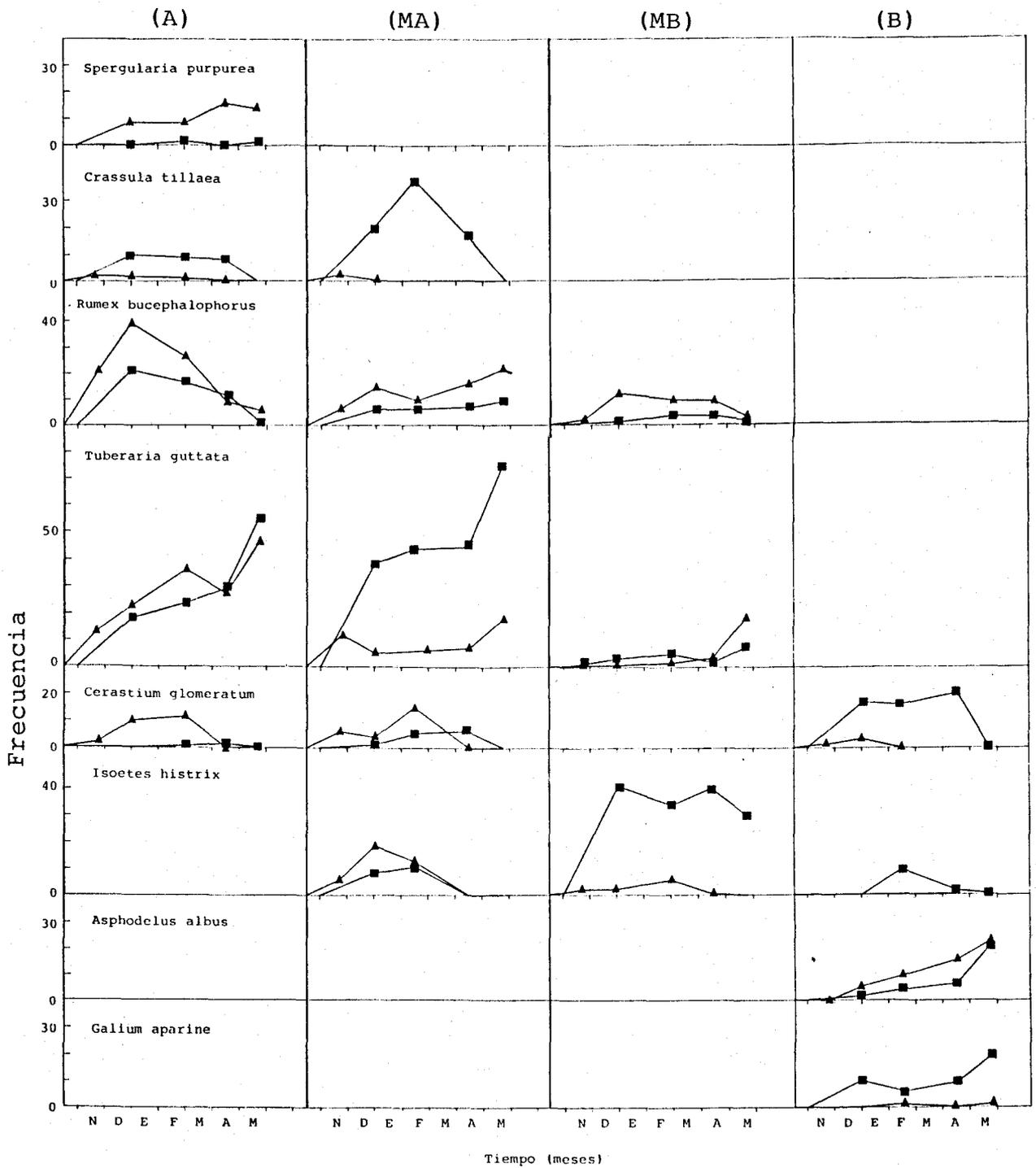


Figura 7.6. Evolución en frecuencia de las "otras" mas abundantes (>5% de la frecuencia total), durante el ciclo anual, en las cuatro parcelas de ladera (A, MA, MB, B) y en los dos años de estudio: 1983-84 (■) y 1984-85 (▲).

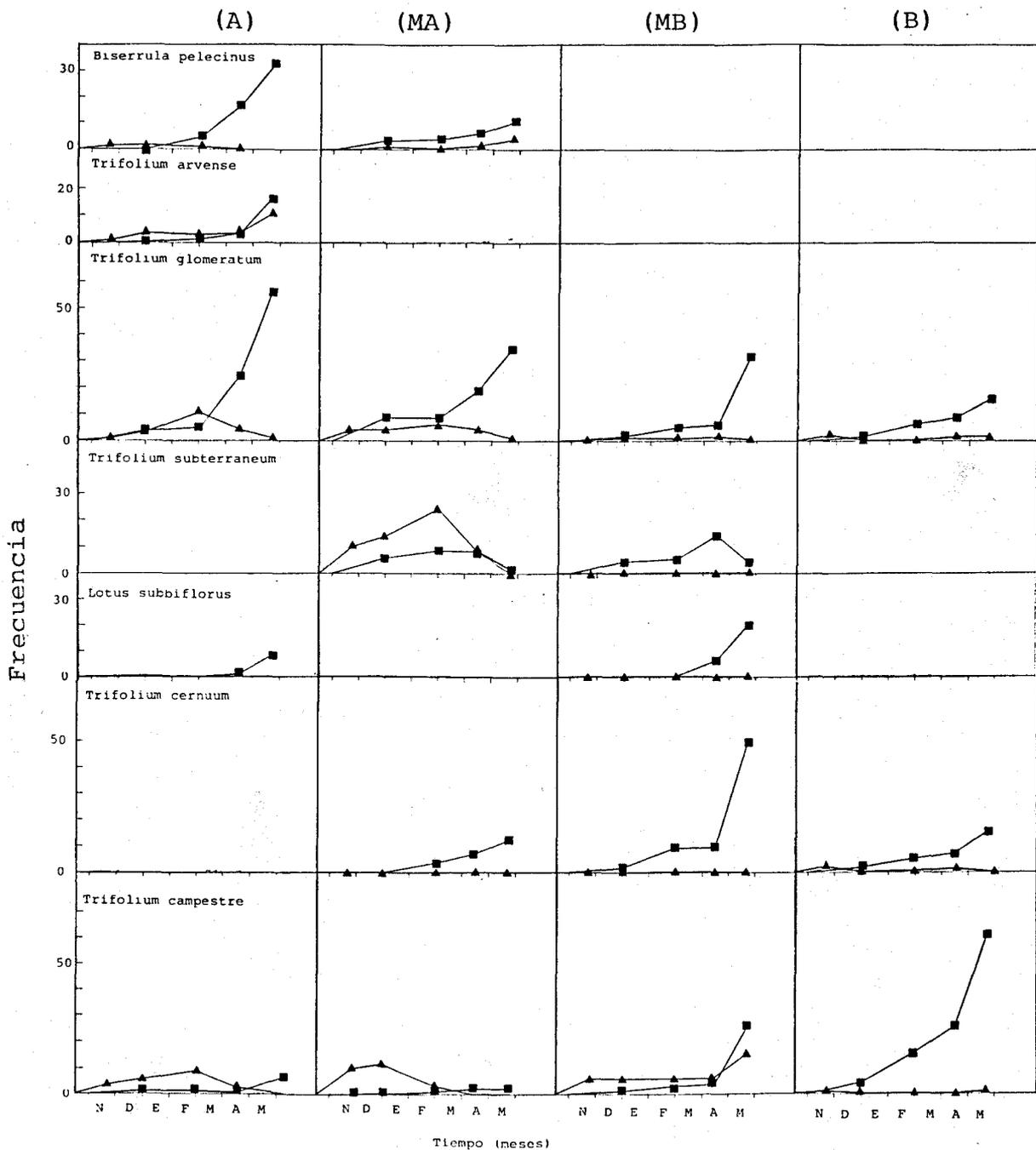


Figura 7.7. Evolución en frecuencia de las leguminosas más abundantes (>5% del total) durante el ciclo anual, en las cuatro parcelas de ladera (A, MA, MB, B) y en los dos años de estudio: 1983-84 (■) y 1984-85 (▲).

el resto de especies llega a desaparecer prácticamente.

Los resultados no evidencian la existencia de este fenómeno entre especies de gramíneas, salvo en la zona baja, donde un fuerte aumento de una gramínea perenne (A. castellana) está acompañado de la práctica desaparición de A. pourretii, al contrario de lo que ocurre en el resto de parcelas de la ladera y en el conjunto de parcelas planas estudiadas anteriormente.

## 7.2. EFEECTO DEL ARBOL SOBRE LA DINAMICA DE LA VEGETACION.

### 7.2.1. Material y metodos.

Se han escogido dos encinas en dos estaciones de muestreo diferentes: Castilblanco y El Pedroso. Se eligieron estas dos fincas por presentar características contrastadas y distinta composición florística bajo los árboles. Se eligieron dos árboles de tamaño similar (5-6 metros de altura y 8-10 metros de diametro de copa), no podados en los últimos 10 años, que no eran usados por el ganado para sestear y distantes más de 10 metros de los árboles vecinos.

En cada árbol se muestreó la vegetación en dos parcelas de 2,5 m de longitud situadas al E y W del tronco, equidistantes del tronco y borde de la copa; de esta manera se evitó el efecto del borde de la misma.

Se escogió una parcela fuera de la influencia del arbolado para comparar la evolución de la vegetación en ambas situaciones.

Cada parcela se muestreo durante 2 años agrícolas (1983-84 y 1984-85) siguiendo el método descrito en el apartado 3.2.

#### 7.2.2. Resultados.

En los tres árboles objeto de estudio, gramíneas es la familia más representada en la vegetación situada bajo la copa, con más del 50% de la frecuencia total en mayo del 1983-84 y superior al 90% en 1984-85 (figura 7.8.1). Esto representa una mayor contribución de este grupo frente al pasto situado fuera del árbol (parcelas 4 de Castilblanco y 1 de El Pedroso. Ello se debe a que compuestas, leguminosas y otras presentan una frecuencia total mucho menor bajo la copa que a cielo abierto, ya que la frecuencia total de gramíneas no es muy diferente entre ambas situaciones.

El análisis de la evolución de la frecuencia relativa por familias durante el ciclo anual muestra que ésta es muy dependiente del periodo de implantación. Las gramíneas tienen mayor frecuencia en 1984-85 a lo largo de todo el ciclo (figura 7.9), mientras que compuestas y otras disminuyen de 1984 a 1985 siendo esto patente desde diciembre. Esta baja frecuencia de compuestas y otras en

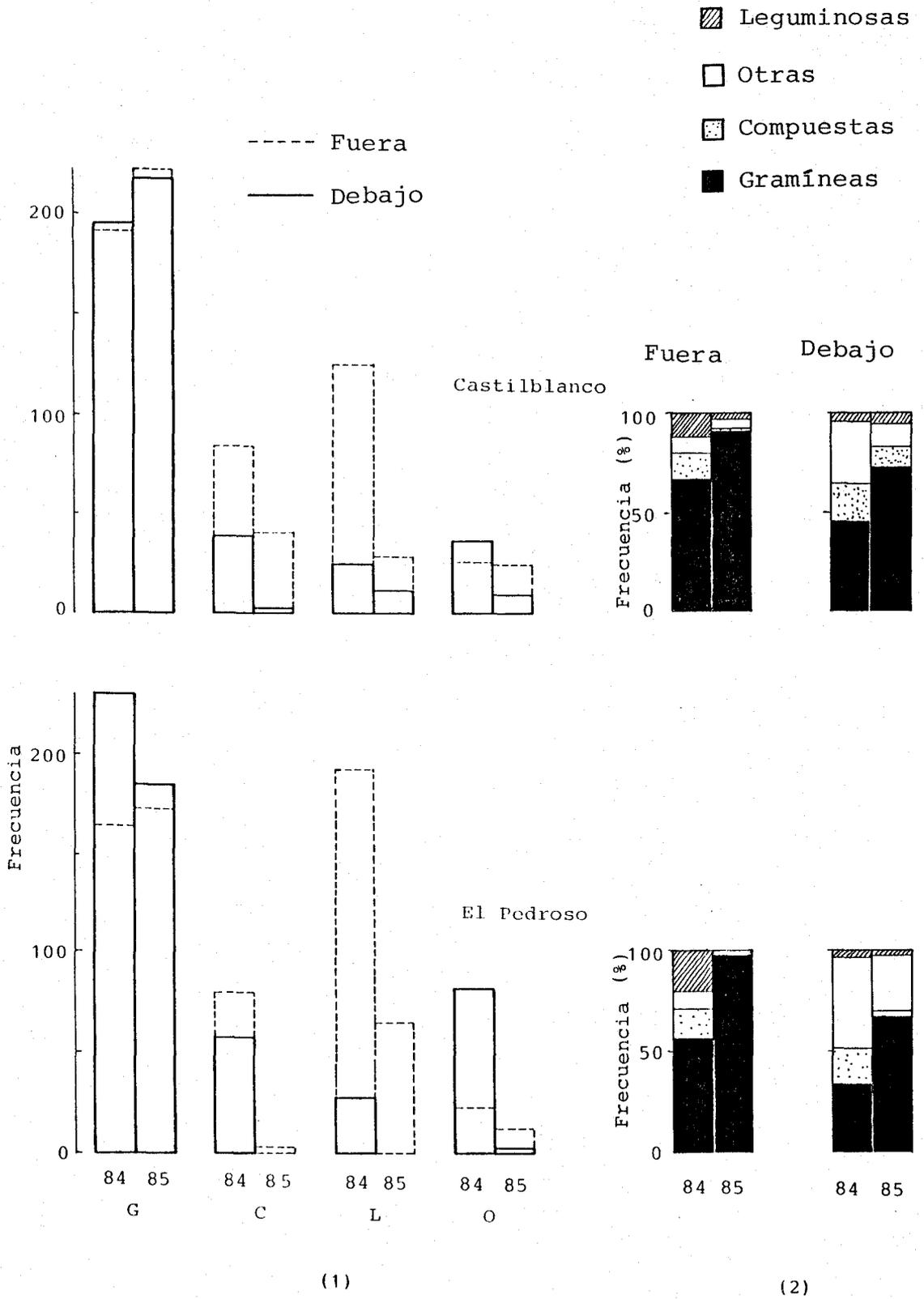


Figura 7.8. Frecuencia absoluta (1) y relativa (2) de las familias (gramíneas, compuestas, leguminosas y otras) en mayo de 1984 y 1985; en las parcelas situadas bajo árbol y fuera del mismo

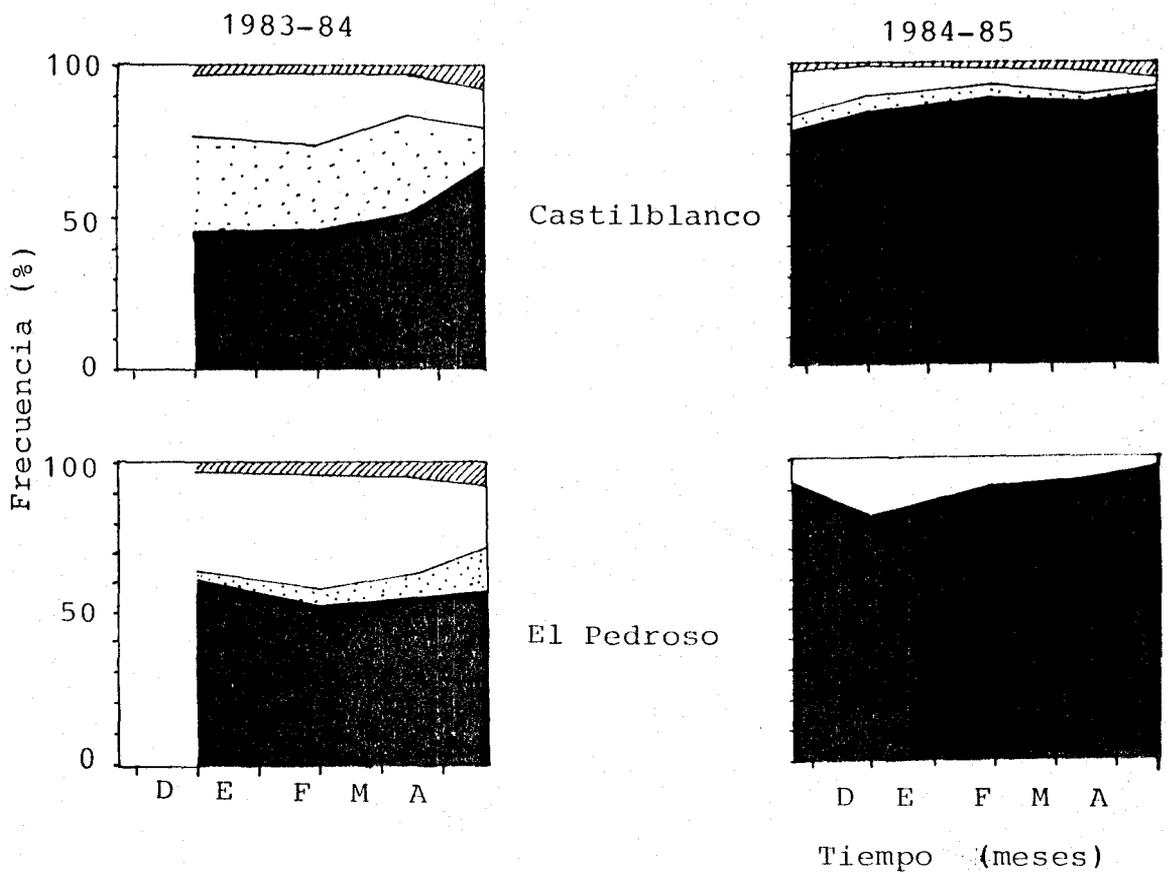


Figura 7.9. Evolución de la contribución de cada familia (expresada en porcentaje frente al total de frecuencia) durante el ciclo anual (años 1983-84 y 1984-85) en los dos árboles estudiados (Castilblanco y El Pedroso)

-  Leguminosas
-  Otras
-  Compuestas
-  Gramineas

1985 parece relacionarse con una fuerte restricción en la germinación e implantación ejercida por las gramíneas. Entre 1984 y 1985 desaparecen la mayoría de las compuestas y otras censadas en los dos árboles y el resto disminuyen de frecuencia (figura 7.10). Esto se relaciona con un fuerte incremento en las gramíneas al principio del ciclo de desarrollo ya que en mayo su frecuencia es similar entre ambos años.

Las leguminosas presentan una frecuencia muy baja en los dos árboles y siguen las mismas pautas de evolución que el resto de las dicotiledóneas. Dos de las tres especies censadas desaparecen el segundo año, posiblemente debido a las mismas causas.

Las especies de gramíneas, al contrario que las parcelas situadas a cielo abierto, no presentan un comportamiento homogéneo (figura 7.11) y ello parece relacionarse con restricciones en la germinación e implantación ejercidas por algunas especies sobre otras. En Castilblanco, *Phalaris aquatica* y *Lolium perenne*, dos gramíneas perennes, aumentan su frecuencia en 1985 desde el comienzo del ciclo; el resto (anuales) disminuyen en frecuencia. *Vulpia geniculata* sin embargo, aumenta su frecuencia cuando no hay perennes (El Pedroso). *Vulpia bromoides* no aumenta nunca, al contrario de lo que ocurre fuera de copa.

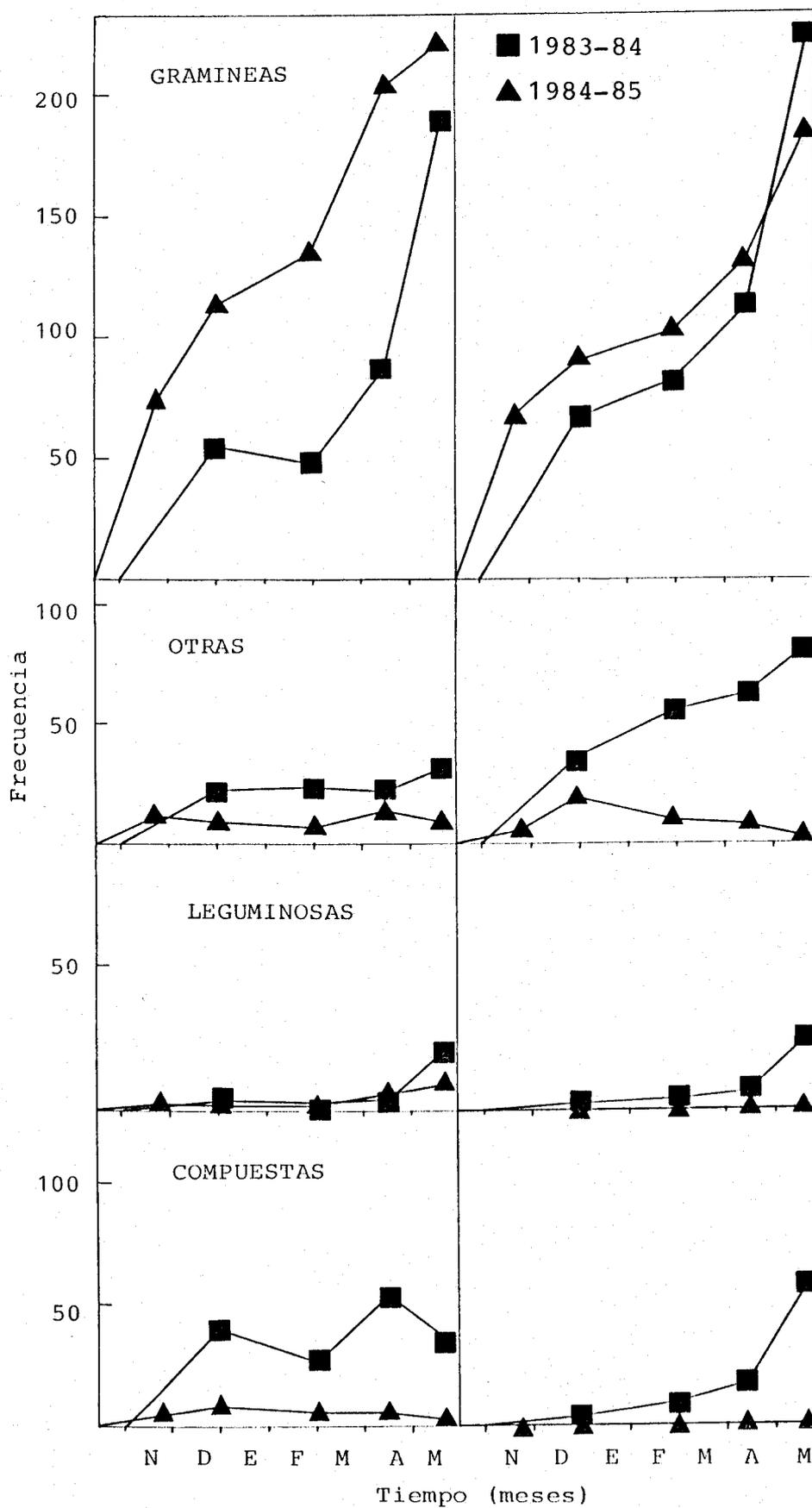
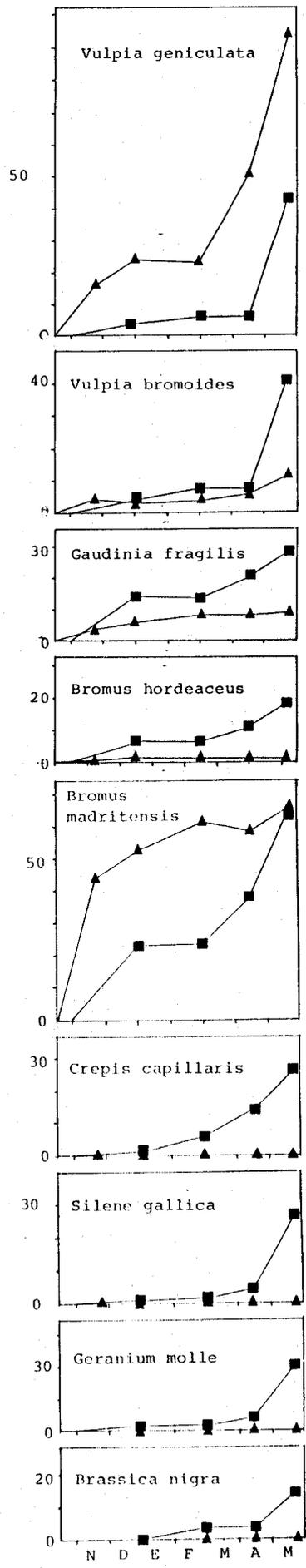
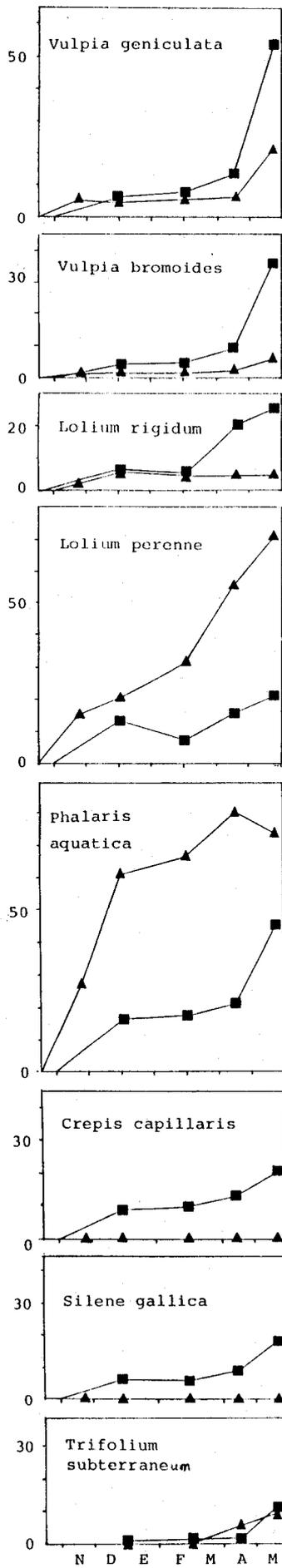


Figura 7.10. Evolución de la frecuencia de cada familia durante el ciclo anual (años 1983-84 y 1984-85) bajo los dos árboles estudiados (Castilblanco y El Pedroso).

Figura 7.11. Evolución de la frecuencia de las especies con mayor representación en la vegetación (>5% del total), durante el ciclo anual en las dos parcelas situadas bajo árbol y los dos años estudiados: 1983-84 (■) y 1984-85(▲).



### 7.3. DISCUSION.

Las diferentes situaciones estudiadas presentan tendencias de variación temporal similares a las encontradas a nivel regional. No obstante, existen diferencias cuantitativamente importantes, fundamentalmente en lo que afecta a la relación entre la abundancia de gramíneas y el resto.

El periodo crítico en el que se determina la frecuencia de ambos grupos de especies es principalmente el periodo de germinación e implantación de la vegetación (otoño y comienzo de invierno). La posible interacción durante este periodo entre las gramíneas y el resto se hace patente al comparar el comportamiento de ambos grupos en situaciones contrastadas.

Los resultados evidencian una relación inversa entre la abundancia de gramíneas y el resto de especies durante la implantación. Este comportamiento es observable tanto a nivel temporal (dependiendo de las condiciones favorables o desfavorables para la implantación de gramíneas) como a un nivel espacial (diferencias entre parcelas). Donde las gramíneas alcanzan frecuencias altas (zonas bajas de ladera y pastos situados bajo el árbol), las dicotiledóneas sufren una disminución en frecuencia importante, llegando incluso a desaparecer muchas especies. por el contrario, en aquellas parcelas donde las gramíneas no obtienen una alta representación, el resto permanece prácticamente constante

entre años.

Una hipótesis que explica estas diferencias sería la existencia de interacción competitiva entre unos grupos y otros durante la implantación. En esta fase las gramíneas parecen marcar la pauta del éxito en la implantación del resto de los grupos; la competencia actuaría mediante una "restricción a la implantación" de mayor o menor intensidad dependiendo de la abundancia de gramíneas.

Esta hipótesis explicaría algunos resultados encontrados en capítulos anteriores. La constancia o leve disminución de compuestas y otras en determinadas parcelas en 1984-85, frente a la práctica desaparición de estos grupos en la parcela 1 de El Pedroso se relaciona fundamentalmente con la abundancia de gramíneas. Esta tiene un comportamiento similar a la parcela MB de la ladera, con un alto predominio de *Agrostis pourretii* desde noviembre en 1984-85 y la práctica desaparición del resto desde esta fecha (figuras 6.12 y 7.4).

Sin embargo es difícil generalizar al conjunto de las 23 parcelas que recogen la variación a nivel regional, aunque las compuestas son significativamente menos frecuentes en 1985 que en los otros años (figura 6.1) No se encuentra una correlación significativa entre la frecuencia de gramíneas y el resto durante el mes de mayo. Esto no invalida la hipótesis por dos razones: la frecuencia total de gramíneas

en mayo, aunque depende fundamentalmente de la fase de implantación, puede verse modificada por el pico de floración, con lo que los resultados al final del ciclo no reflejan exactamente los resultados de diciembre. La existencia de un umbral en la abundancia a partir del cual las gramíneas impiden la implantación del resto; por debajo de este umbral no existiría interacción apreciable entre ambos grupos.

Otros autores han señalado la relación negativa que existe entre la abundancia de gramíneas y el resto de las especies en pastos anuales mediterráneos. Sus resultados apuntan a que la interacción se produce fundamentalmente durante la implantación.

Naveh y Whittaker (1979) muestran que cuando los pastizales no son pastoreados, las gramíneas -y en concreto *Avena sterilis*- son dominantes, teniendo el resto una baja representación. Ante presiones de pastoreo cada vez más intensas la gramíneas disminuyen, aumentando la frecuencia del resto. Ello es debido según estos autores a que *Avena sterilis* es palatable durante la floración, con lo que el pastoreo disminuye la producción de semillas, afectando a su dominancia.

El abonado aumenta la proporción de gramíneas frente al resto, que disminuyen drásticamente (Gómez Gutierrez y Estevez, 1972; De las Casas, 1977; Rodríguez et al., 1980).

esto ocurre cuando se realiza a comienzos del ciclo de desarrollo y no afecta cuando se hace a principios de primavera (Joffre, 1987).

A diferencia de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, las gramíneas no siguen pautas de evolución temporal semejantes para todas las especies. En determinadas parcelas (árbol de Castilblanco, parcela baja de la ladera) algunas disminuyen en frecuencia en 1984-85 desde el comienzo del ciclo. Esto se relaciona con la presencia de gramíneas perennes (*Phalaris aquatica*, *Lolium perenne*, *Agrostis castellana*), que parecen afectar negativamente a su implantación.

Se ha observado que las gramíneas perennes rebrotan rápidamente tras las primeras lluvias, alcanzando mayor tamaño que las anuales, que aparecen más tarde debido al retraso sufrido por la fase de germinación. A principios de diciembre *Phalaris aquatica* puede alcanzar una biomasa tres veces superior a la de gramíneas anuales (Fernández Alés, datos no publicados). Este rápido crecimiento puede restringir la germinación o implantación de las especies anuales. La presencia de cobertura vegetal produce en muchos casos dormancia inducida en las semillas de muchas especies (King, 1975, Silvertown, 1980b). Las plántulas también sufren una gran mortandad bajo una vegetación ya establecida (Harper, 1977; Fenner, 1978).

El hecho de que este fenómeno se produzca en 1984-85 y no en el año anterior puede ser debido a que en 1983-84 la cobertura de perennes fue mucho menor al principio del ciclo, posiblemente a causa de que el periodo de sequía veraniega en 1983 fue mucho más prolongado (figura 4.6) y esto afecta a la capacidad de rebrote de estas especies (Jackson y Roy, 1986). Al ser la cobertura de éstas menor permite el establecimiento de las anuales.

Estos resultados pueden extrapolarse a las relaciones que se establecen entre anuales. Las que primeros germinen tendrán ventaja en la competencia inhibiendo la germinación o no permitiendo la implantación de las más tardías. La intensidad de la competencia será dependiente de la morfología de las plántulas (las que tienen mayor capacidad de crecimiento en altura, como las gramíneas, tendrán ventaja sobre las de talla menor), de su tamaño y densidad.

Variaciones en la capacidad de germinación a lo largo del otoño, diferentes para los distintos grupos, podrían explicar las diferencias encontradas en composición entre años.

Para comprobar estas hipótesis se ha procedido a diseñar un experimento que se describe en el siguiente capítulo.

8. EFECTO DEL CLIMA SOBRE LA GERMINACION E IMPLANTACION.

Los resultados obtenidos muestran que parte de las variaciones en composición entre unos años y otros están determinadas ya en el periodo otoñal. El momento en que se producen las primeras lluvias suficientes para desencadenar la germinación, así como la distribución de la precipitación durante la implantación, se han considerado factores determinantes en la composición de los pastos (Heady, 1958; Hufstader, 1978; Pitt y Heady, 1978; Oriente et al., 1980; Breman et al., 1982). Partimos pues de la hipótesis de que la distribución de la precipitación durante las primeras fases del otoño va a ser el principal factor que va a determinar la composición florística del pasto. Para comprobarla se ha procedido a diseñar un experimento en el que se ha simulado la primera lluvia desencadenante de la germinación regando con una cantidad de agua determinada en diferentes fechas del periodo otoñal (septiembre, octubre y noviembre) y se ha seguido la evolución de la composición del pasto después del riego.

#### 8.1. MATERIAL Y METODOS.

Para realizar la experiencia se eligió en Castilblanco una zona plana, con vegetación de composición homogénea y protegida del ganado. Dentro de ésta se delimitaron 3 parcelas de 3x2 metros que se regaron con 30 litros/m<sup>2</sup> para forzar la germinación en tres momentos distintos de la estación otoñal: 27 de septiembre, 17 de octubre y 1 de

noviembre. La elección de estas fechas se hizo en base a la distribución de frecuencia con que se producen las primeras lluvias otoñales (apartado 4.3).

Antes de regar se protegieron las parcelas con plásticos para evitar que se mojaran con la lluvia antes de realizar el riego previsto. En los bordes se enterraron planchas de "uralita" hasta una profundidad de 30 centímetros, para evitar la difusión del agua fuera de los límites de la parcela.

Dentro de cada parcela se estimó la densidad y cobertura de las especies presentes. La densidad es apropiada para determinar la dinámica de la población; las tasas de germinación y mortalidad sólo pueden ser estimadas con este tipo de medida. La cobertura se midió para disponer de datos equiparables a los utilizados en el resto del trabajo y poder establecer comparaciones.

Para estimar la densidad en el centro de cada parcela se situó una rejilla permanente de 25 x 25 cm., con tamaño de malla de 2,5 x 2,5 cm., contándose todas las plántulas presentes en 50 cuadros situados de forma regular dentro de la rejilla, con una periodicidad semanal durante seis semanas después del riego.

Se diferenciaron solo tres grupos: gramíneas, leguminosas y el resto de dicotiledóneas, debido a la dificultad de distinguir las especies en estado de plántula.

Para estimar la cobertura en cada parcela se situó una línea permanente de 2,5 m de longitud, paralela al lado mayor de ésta y en el eje central de la misma. En ella se estimó la abundancia de las especies según el método descrito en el apartado 3.3.

Para determinar la homogeneidad en composición florística y abundancia de las especies en el banco de semillas de las tres parcelas se recogieron dos muestras de suelo en cada una de ellas con un cilindro de 4 cm de diámetro y 5 de profundidad. Para la evaluación de la reserva de semillas se utilizó el test de germinación. Este ha demostrado ser muy útil por su relativa sencillez y efectividad (Mayor y Pyott, 1966; Hayashi y Numata, 1971; Bartolome, 1979; Marañón, 1985b).

Las muestras se secaron al aire durante una semana, se desmenuzaron a mano y se extendieron en bandejas de 15 x 20 cm sobre un sustrato esterilizado, repartiéndose homogéneamente en la superficie en una capa de 2mm de grosor. Las bandejas se mantuvieron húmedas y las plántulas que iban apareciendo se identificaban, contabilizaban y extraían de las bandejas. Estas operaciones se realizaron durante 4 meses, dado que a partir de los cuales las nuevas

germinaciones eran despreciables.

## 8.2. RESULTADOS.

### 8.2.1. Regimen climático y de humedad del suelo durante el periodo de estudio.

El periodo durante el que se desarrolló el experimento (27 de septiembre hasta el 13 de diciembre), presentó una precipitación de 380 mm, superior a la media para dicho periodo (200 mm). Las lluvias se centraron en cortos intervalos de tiempo, siendo el resto seco (figura 8.1). Ello produjo oscilaciones en la humedad del suelo en los 10 primeros centímetros. Aunque éstas son de escasa magnitud para el conjunto de este perfil, los centímetros mas superficiales, que son los mas importantes en la germinación y desarrollo de las plántulas, deben sufrir oscilaciones de mayor magnitud.

Hasta el 20 de octubre el suelo tenia una humedad inferior al 5%. En esta fecha se produjo una lluvia de 42 mm, que hizo subir la humedad al 9%. Después de un periodo de lluvias a principio de noviembre en el que se centró la mayor parte de la precipitación (215 mm en seis días), aumentó a un 39%, lo que representa valores cercanos a la saturación. La drástica disminución en la siguiente semana posiblemente se deba a pérdida de agua del suelo por drenaje. A partir del 13 de noviembre el suelo mantiene una humedad cercana al 20% con escasas oscilaciones.

Figura 8.1. a) Precipitación diaria caída durante el periodo de estudio (barras) y evolución de la humedad del suelo expresada en porcentaje en los 10 centímetros superficiales del suelo (●). Las barras negras indican los riegos efectuados en los tres tratamientos. b) Evolución de la temperatura media, máxima y mínima por periodos decenales durante el estudio.



En la evolución de las temperaturas medias decenales (figura 1) se observan dos periodos diferenciados: hasta final de octubre, con una temperatura media entre 15 y 18°C, y las mínimas cercanas a 10°C. El segundo desde la primera decena de noviembre hasta mediados de diciembre, con una temperatura media entre 8 y 12°C, y mínimas que descienden progresivamente desde 7 hasta 5°C.

#### 8.2.2. Banco de semillas.

La reserva media de semillas es de 127800 semillas/m<sup>2</sup> (tabla 8.1). Las gramíneas es la familia con mayor representación (53.5% del total, con 68410 semillas/m<sup>2</sup>). Dominan *Molineriella minuta*, *Agrostis pourretii*, *Poa annua* y *Vulpia bromoides*. Las cariofiláceas siguen en importancia, con 25320 semillas/m (19.8%). *Spergula arvensis*, *Cerastium glomeratum* y *Polycarpon tetraphyllum* son las más abundantes por este orden. Otras familias bien representadas son: compuestas (11670; 9.1%), leguminosas (10340; 8.1%), ) y juncáceas (incluyendo solo la especie *Juncus bufonius*), con 3100 semillas/m<sup>2</sup> (2.4%).

La similitud entre los valores de la reserva de semillas en las distintas muestras tomadas es alta. Aunque determinadas especies presenten reservas variables entre muestras, al nivel de los grupos de especies que se analizan en el presente estudio (gramíneas, leguminosas y "otras"), la heterogeneidad espacial del banco no es importante.

Muestras

spp	1	2	3	4	5	6	$\bar{X}$ sem/m <sup>2</sup>	$\sigma$
MED POL		1	1		4	1	920	650
TRI GLO	10	8	8	4	6	5	5410	1590
TRI SUB	1	2					400	600
TRI CAM	2	2	2		1	2	1190	600
TRI BOC	1	2	1	1	1	3	1190	600
SCO VER			2				260	590
LOT SUB	1		3			1	660	840
BIS PEL	1						130	290
ORN COM			1				130	290
Leg	16	15	18	5	12	12	10340	3310
LEO TAR	1						130	290
CRE CAP	4	4	3	2	2	2	2230	720
TOL BAR	1			1			260	370
HYP GLA	1						130	290
CHA MIX	3	2	3	4		1	1730	1070
CHA FUS	6	2	1	2		6	2250	1860
LOG GAL	15	1	3	1	13	4	4910	4510
Com	31	9	10	10	15	13	11670	6040
RUM BUC	4	2	1	1	1	4	1730	1070
CER GLO	6	5	13	10	2		4770	3520
POL TET	20	4	10	3	22	3	8220	6310
SPE ARV	2			1			400	600
SPE PUR	1			9	40	28	10340	12380
SIL GAL		9	2		1		1590	2550
DIP CAT	2	1	1	1	1	1	930	290
CRA TIL	2	2	3	4	1	1	1730	850
VER ARV	10		1	7	3		2750	2750
EUP EXI	2						260	590
GER MOL		1					130	290
GAL APA	1	1	1				400	400
ECH PLA	1						130	290
ANA ARV		1					130	290
PLA LAG	3	1					530	880
APH MIC		1					130	290
JUN BUF	2	3	4	5	5	5	3180	910
Otras	56	31	36	41	76	42	37390	11980
AGR POU	25	33	16	8	14	12	14320	6740
VUL BRO	15	20	19	11	13	11	11800	2850
VUL GEN	13	14	9	8	8	2	7160	3120
BRO HOR		1					130	290
POA ANN	16	17	17	7	11	29	12860	5400
MOL MIN	24	32	26	31	37	17	22140	5100
Gram	93	117	87	65	83	71	68410	13330
TOTAL	196	172	151	121	186	138	127800	20060

Tabla 8.1. Número de semillas de la reserva, por especies y familias, en las 6 muestras de suelo. Se presenta la media y desviación expresada por metro cuadrado.

### 8.2.3. Germinación y establecimiento de las plántulas.

En las seis semanas que dura cada experiencia el número total de plántulas sufre fuertes oscilaciones, que son menos acusadas cuanto más tarde comienza la germinación (figura 8.2). Estas oscilaciones son el resultado de un balance diferente entre emergencia y mortalidad de las plántulas en distintos periodos durante la implantación y se relaciona fundamentalmente con el agua disponible en el suelo; así, después del riego o lluvias predomina la germinación y durante los periodos secos con temperaturas elevadas la mortalidad.

Las tasas de emergencia de plántulas tras el riego en los tres tratamientos son diferentes. Si nos centramos en las dos primeras semanas después del riego, la tasa de emergencia aumenta conforme avanza el otoño. Es mucho menor a finales de septiembre (12000) que en octubre (23000) y noviembre (24000). Estas diferencias pueden relacionarse con dos factores: humedad del suelo y duración del periodo de dormancia innata en las semillas.

En septiembre existe una menor cantidad de agua disponible en la zona más superficial del suelo debido a la inexistencia de lluvias hasta seis días después del riego. Por el contrario, en octubre se produce una precipitación de 42 mm tres días después de éste y en noviembre se sobrepasan los 100 mm en la siguiente semana al riego (figura 8.1).

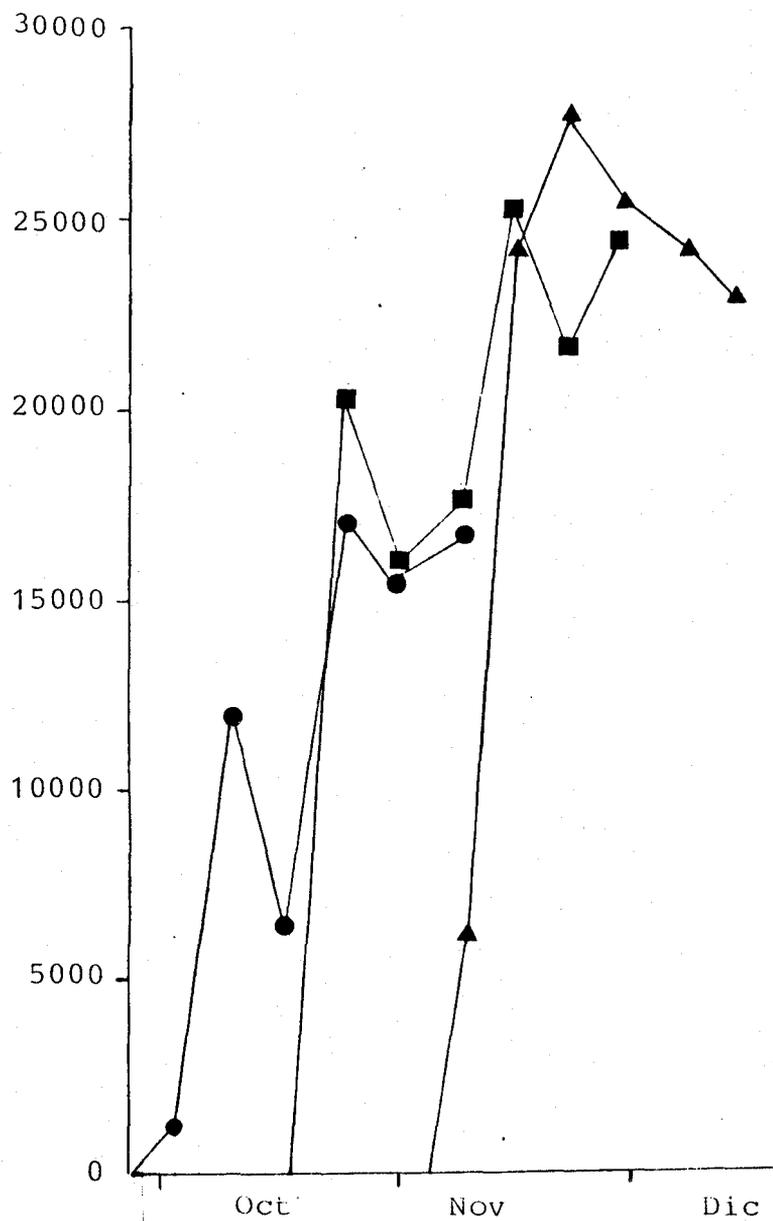


Figura 8.2. Evolución del número total de plántulas (expresado en plántulas/m<sup>2</sup>) en los tratamientos de septiembre (●), octubre (■) y noviembre (▲)

El periodo de maduración de las semillas puede ser diferente en las distintas especies, existiendo una mayor proporción de semillas en dormancia innata a comienzos de otoño, que en periodos posteriores. Hobbs y Mooney (1985) muestran como *Bromus hordeaceus* pierde la dormancia a finales de agosto mientras que el resto de especies anuales autoctonas de California no lo hacen hasta principios de Octubre.

La temperatura tambien parece afectar a la tasa de emergencia de las plántulas. Esta es mayor en la primera semana del tratamiento de octubre (media de 16-17°C) que en el de noviembre (10-14°C); en este último, es necesario el transcurso de dos semanas para alcanzar un valor similar al que presentaba octubre en sólo una semana.

La tasa de emergencia depende tambien del número de plántulas ya establecidas. La emergencia es menor después de los 42 mm caidos el 17 de octubre en el tratamiento de septiembre que en el de octubre (10700 y 23700 respectivamente en la semana posterior a este lluvia); es menor en octubre que en noviembre, después de las lluvias que se producen a partir del 5 de noviembre (8000 y 19000 respectivamente).

Los periodos de mortalidad en la población coinciden generalmente con los de sequía, siendo mayor cuando las condiciones hídricas son más desfavorables. Así, es superior

durante la tercera semana del tratamiento de septiembre que en la tercera del de octubre.

En el caso de la mortalidad que se produce a partir de la tercera semana en el tratamiento de noviembre, no existe una relación con el déficit hídrico en el suelo, ya que desde el 22 de noviembre en adelante la humedad permanece constante. La disminución de la población parece venir dada por competencia entre plántulas debido a la alta población existente al final de noviembre (28000 plántulas/m<sup>2</sup>). La limitación de recursos para el desarrollo de los individuos al aumentar estos de tamaño se traduce en la muerte de las plántulas más pequeñas y menos "agresivas" desde un punto de vista competitivo (Harper, 1977; Grime, 1979).

El número de plantulas supervivientes después de la estabilización de la población es similar en los tratamientos de octubre y noviembre (entre 23000 y 25000) y menor en septiembre (16600), aunque es posible que en esta última fecha la población no se haya estabilizado y aumente tras las lluvias de noviembre, como ocurre en el tratamiento de octubre.

Los resultados globales (tabla 8.2) muestran que sólo una pequeña parte de la reserva de semillas se expresa (20-30% del total). La tasa de mortalidad de las plántulas es baja. A pesar de las sequías, la mortalidad se mantiene por debajo del 30% .

	dicotiledoneas		gramíneas		total	
	G	M	G	M	G	M
Septiembre	13600 (22.9)	26	10400 (15.2)	39	24000 (18.8)	30
Octubre	14700 (24.7)	37	19800 (28.9)	20	34500 (27.0)	27
Noviembre	17700 (29.8)	22	10800 (15.8)	14	28500 (22.3)	18

Tabla 8.2. Número total de plantulas emergidas/m<sup>2</sup> (G) en cada tratamiento, para dicotiledoneas, gramíneas y total. Entre paréntesis se presentan los porcentajes referidos a la reserva de semillas. M: porcentaje de plántulas muertas sobre el total emergidas.

Los patrones de evolución de gramíneas y dicotiledóneas son similares al del número total de plántulas (figura 8.3). No obstante, existen diferencias cuantitativas entre ambos grupos.

En los tratamientos de septiembre y octubre la tasa de emergencia de las gramíneas es superior a la de las dicotiledóneas en las 2 semanas posteriores al riego, situación que se invierte en el tratamiento de noviembre. Aparentemente la tasa de emergencia de las gramíneas está más afectada por las bajas temperaturas que las de dicotiledóneas.

En octubre y noviembre las diferencias en las tasas de emergencia entre ambos grupos de especies durante las primeras semanas determinan las proporciones de estos en el resto del periodo de implantación (figura 8.4). Las dicotiledóneas representan un 36% sobre el total de las plántulas a las seis semanas en el tratamiento de octubre, mientras que en el de noviembre se encuentran en una proporción del 60%. Por el contrario, en septiembre, aunque existe una predominancia inicial de gramíneas (83%), la sequía posterior incidió en una alta mortandad de este grupo. Una posterior ventaja germinativa de dicotiledóneas, da lugar a que éstas dominen a partir de la cuarta semana, con un porcentaje de alrededor del 60%.

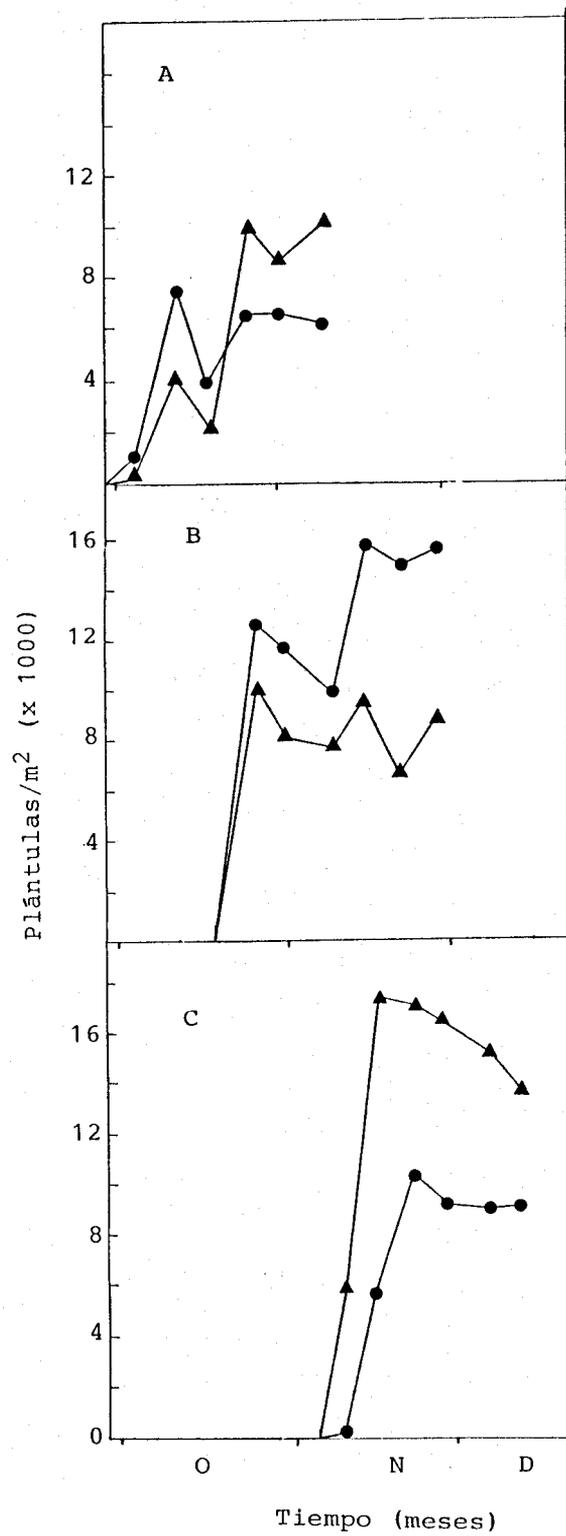


Figura 8.3. Evolución del número de plántulas de gramíneas (●) y dicotiledóneas (▲), en los tratamientos de septiembre (A), octubre (B) y noviembre (C).

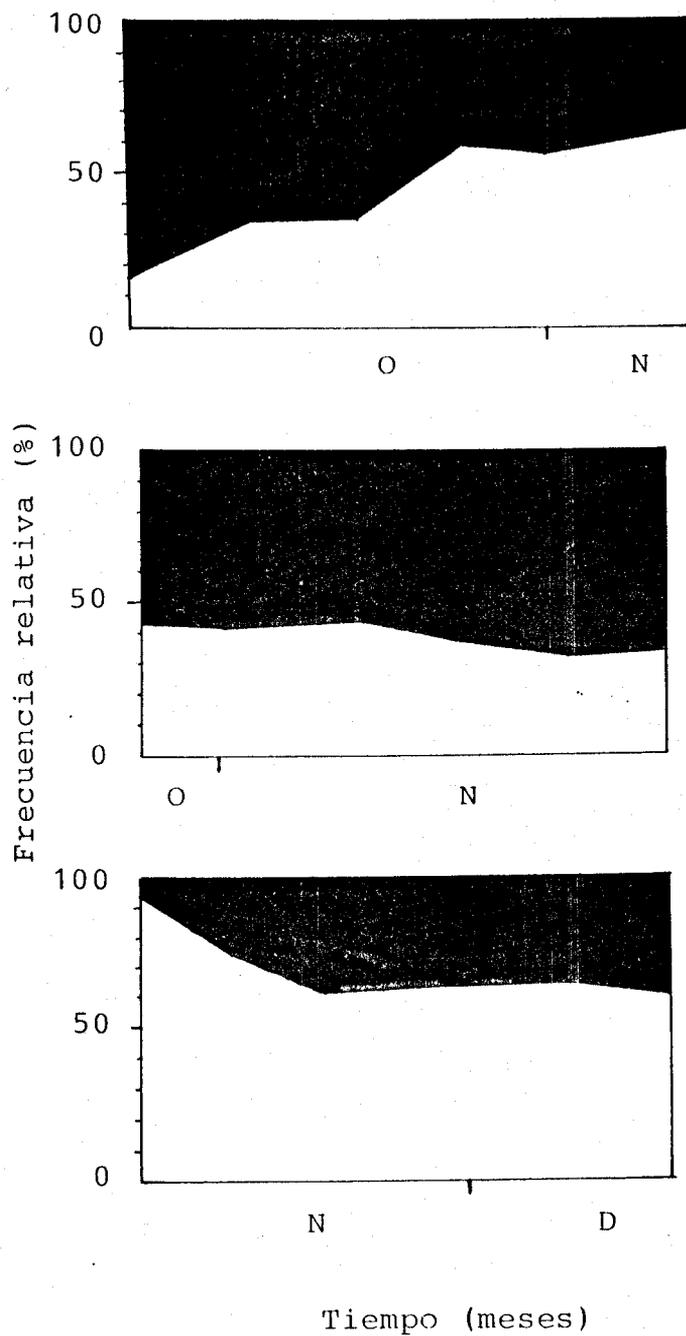


Figura 8.4. Evolución de la contribución de gramíneas (negro) y dicotiledóneas (blanco) expresada como porcentaje del total, durante los tratamientos de septiembre (A), octubre (B) y noviembre (C).

Una característica general de las leguminosas es la baja emergencia de plántulas durante todo el periodo que dura el experimento (figura 8.5), siendo inferior en septiembre (300 semillas/m<sup>2</sup>) que en octubre (1460) y noviembre (1220). El número de plántulas instaladas al final del experimento sigue unas pautas similares: valores inferiores en el primer mes (230) frente a los segundos (1100 y 1000).

La emergencia es más lenta que en el resto de la vegetación. Octubre y noviembre alcanzan el máximo en la cuarta semana mientras que en septiembre se alcanza en la quinta. La emergencia más baja y lenta en septiembre se puede relacionar con un balance hídrico más desfavorable en este tratamiento que en los dos restantes. En noviembre muestra un retraso en la emergencia en la primera semana respecto a octubre, que puede estar relacionada con las diferencias de temperatura existentes (figura 8.1).

En resumen, las tasas de emergencia son bajas en todos los tratamientos, aunque se encuentran diferencias entre unos y otros que están relacionados con dos factores: la humedad del suelo (menor en septiembre frente al resto) y la temperatura (germinación más rápida en octubre que en noviembre).

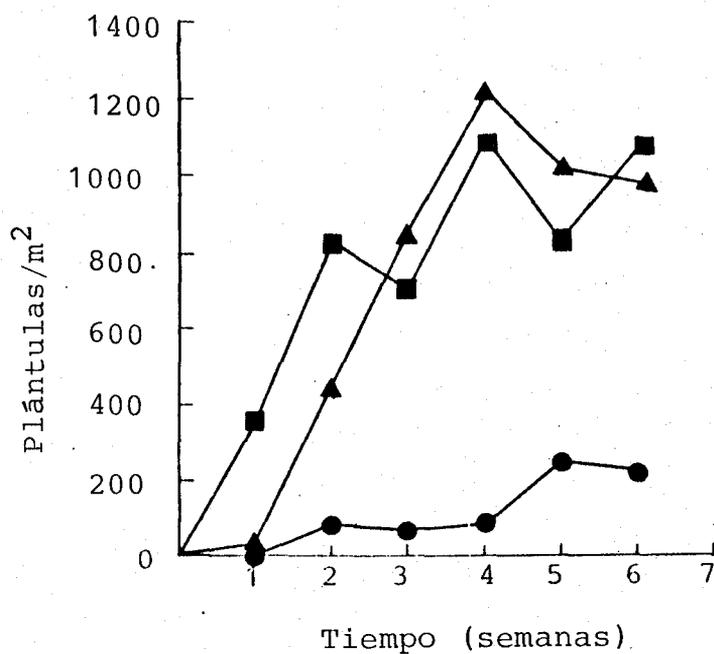


Figura 8.5. Evolución del número de plántulas de leguminosas en los tratamientos de septiembre (●), octubre (■) y noviembre (▲).

#### 8.2.4 Cobertura de la vegetación durante el periodo de implantación.

Las medidas de cobertura (figura 8.6) muestra resultados muy similares que los de densidad:

En el tratamiento de septiembre dominan las gramíneas en las dos primeras semanas. A partir de la sequía existente en la tercera semana -que produce un descenso en la frecuencia de gramíneas- ambos grupos evolucionan con una frecuencia similar, llegando a una proporción equilibrada al final de enero.

En el tratamiento de octubre las gramíneas son más abundantes que las dicotiledóneas desde la primera semana después del riego (figura 8.6). La diferencia se mantiene durante todo el periodo de estudio y en el mes de enero, cuando se realizó el último inventario.

En el tratamiento de noviembre, la frecuencia de los dos grupos en la primera semana es similar. A partir de la segunda semana, las dicotiledóneas aumentan más rápidamente que las gramíneas, siendo máxima la diferencia a partir de las seis semanas después del riego.

En las leguminosas, al igual que ocurría con el número de plántulas, la frecuencia es muy baja, oscilando entre el 5.3% en el tratamiento de septiembre y el 10.6% de octubre.

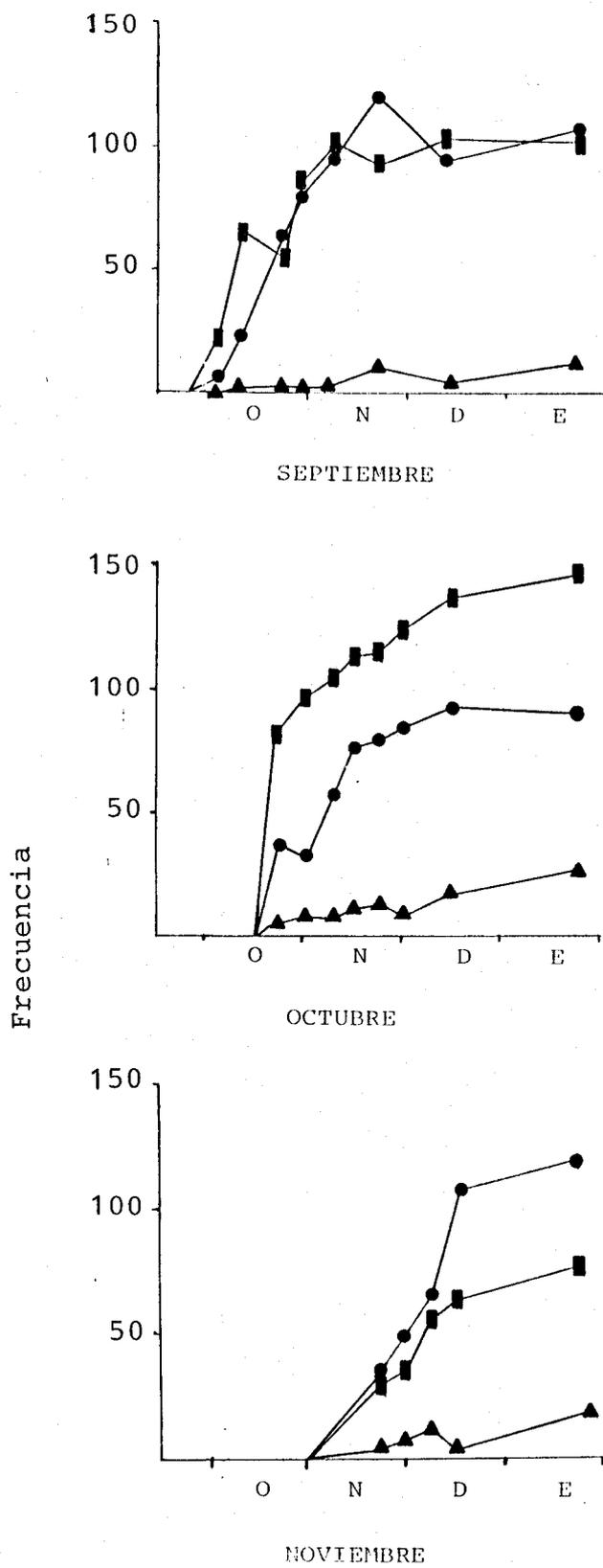


Figura 8.6. Evolución de la cobertura de gramíneas (■), dicotiledóneas (●) y leguminosas (▲) en los tratamientos de septiembre, octubre y noviembre.

Las medidas de frecuencia dan una buena estima de la evolución de la vegetación, ya que son concordantes con los de densidad. Aunque no se detectan tan bien las fluctuaciones en el número de plantas como estos últimos, se puede concluir que las diferencias encontradas en frecuencia de las especies en el mes de diciembre se deben a diferencias en la germinación e implantación durante el otoño.

### 8.3. DISCUSION.

La reserva de semillas germinables en los pastos objeto de estudio es muy superior a la que presentan otros autores para comunidades de anuales en cultivos y pastos (tabla 8.3), inclusive al valor que da Marañón (1985b) dentro del área de estudio.

La existencia de una reserva de semillas tan alta en los pastos estudiados puede estar relacionado con varios factores:

Los pastos están constituidos por especies anuales de características ruderales, lo que implica en general una alta tasa de producción de semillas cuya función es la supervivencia de las especies en periodos desfavorables. Las poblaciones de semillas deben ser suficientemente grandes para compensar las pérdidas ocasionadas por predación y las germinaciones sin éxito durante la implantación. Las especies más representadas en el banco son gramíneas:

Vegetacion	País	Reserva (semillas/m <sup>2</sup> )	Autores
Cultivo	Gran Bretaña	40000-75000	Brenchley y Warrigthon (1980)
Cultivo	Gran Bretaña	16000-86000	Roberts y Stokes (1966)
Cultivo	España	1000-21000	Carretero (1977)
Pasto anuales	Gran Bretaña	9185	King (1976)
Pasto anuales	California	9000-54000	Mayor y pyott (1966)
Pasto anuales	California	15000-27000	Young et al. (1981)
Pasto anuales	California	16000-40000	Marañón y Bartolome (1986)
Pasto anuales	California	61000-67000	Bartolome (1979)
Pasto anuales	España	49520	Marañón (1985)
Pasto anuales	España	127800	Presente estudio.

Tabla 8.3 Reserva de semillas estimada en diferentes sistemas de cultivos y pastos de anuales.

Molineriella minuta, Agrostis pourretii, etc. y cariofiláceas: Spergularia purpurea, Polycarpon tetraphyllum, etc. Las especies citadas se caracterizan por producir un elevado número de semillas muy pequeñas.

Es posible la existencia de una reserva persistente de semillas que se acumularía cada año a las producidas durante el ciclo anterior. Aunque no existen estudios concretos sobre este tema, existen algunas evidencias indirectas que apoyarían esta hipótesis:

El porcentaje de semillas germinadas durante la implantación, en relación a la reserva total es bajo; un 20-30% de la reserva. Por otro lado, si se compara la composición y abundancia de las semillas de la reserva con la coberura del pastizal en el ciclo anterior (1983-84), se observa la existencia de una reserva muy alta en determinadas especies, cuya frecuencia el año anterior había sido mínima (figura 8.7). Entre ellas destacan las especies de cariofiláceas (Spergularia purpurea, Polycarpon tetraphyllum y Cerastium glomeratum), Logfia gallica Juncus buffonius y Veronica arvensis, todas ellas con más de 2000 semillas/m<sup>2</sup> y una frecuencia el año anterior inferior al 5% (En el caso de las tres últimas especies ni siquiera estaban presentes). La mayoría de estas especies son ruderales, habiéndose demostrado en algunos trabajos la existencia de semillas persistentes durante varios años (Roberts, 1970; Harrington, 1972). También se han observado reservas persistentes en



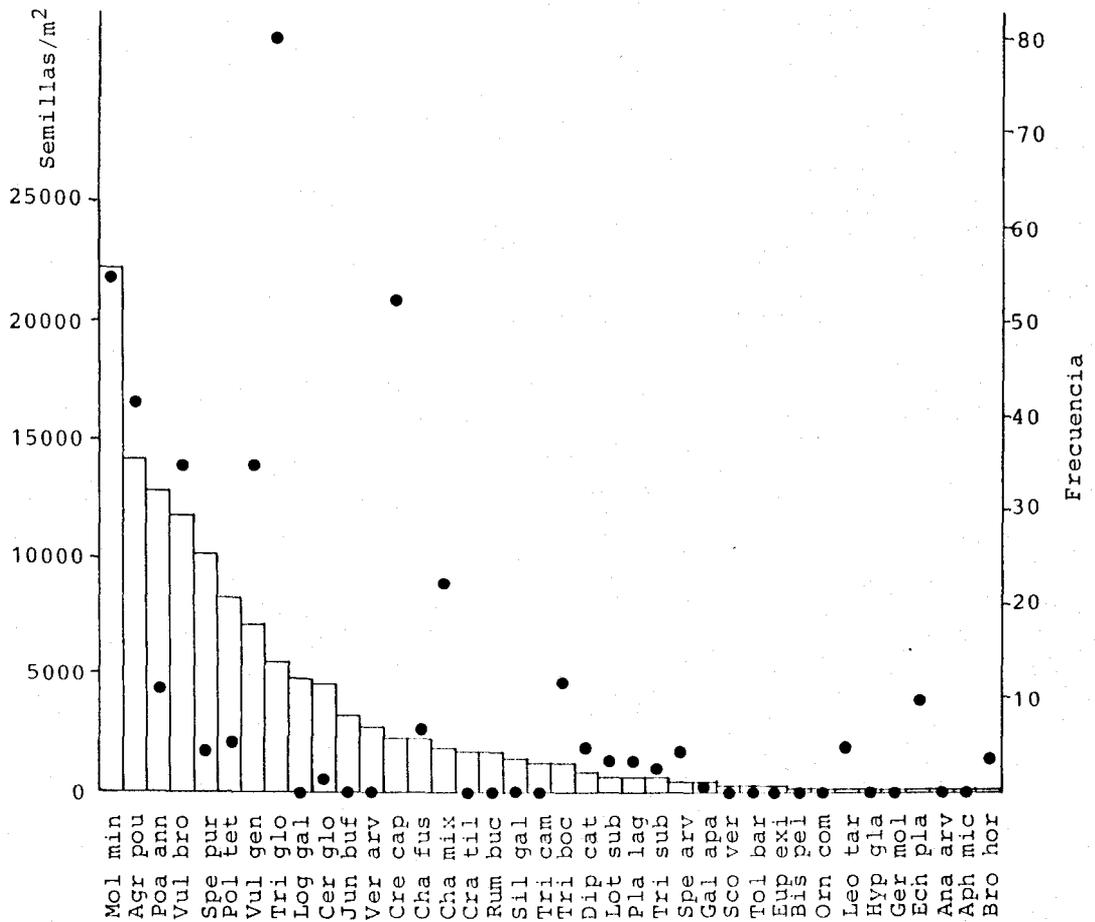


Figura 8.7. Reserva media de semillas (expresada por m<sup>2</sup>) tomada en septiembre de 1984 (barras) y frecuencia de las distintas especies en su pico máximo de floración durante el ciclo 1983-84 (●).

pastos sometidos a sequías veraniegas y con especies anuales de ciclo invernal (King, 1976; Thomson y Grime, 1978; Kenneth y Dudley, 1983). En las leguminosas para las cuales es conocida su capacidad de formar bancos persistentes debido a las condiciones de dormancia innata de las semillas (Quinlivan, 1971; Ramos Monreal et al, 1979; Jain, 1982), se observa sin embargo el fenómeno contrario: una alta frecuencia en relación al banco obtenido. Esto parece más bien un defecto de método en el test de germinación, al no ser censadas en la reserva las semillas "duras" (y por tanto no germinadas).

Por último, si se considera la alta tasa de "recambio" de especies entre unos años y otros (apartado 5.2), la existencia de un banco persistente debe ser esencial para la recuperación y persistencia de muchas especies después de años desfavorables (Silvertown, 1982; Shmida y Ellner, 1984).

La reserva más baja obtenida por Marañón (1985b) en el área de estudio se puede relacionar con una composición florística diferente. Según este autor, la especie predominante es *Vulpia geniculata* entre las gramíneas y *Cerastium glomeratum* entre las dicotiledóneas, mientras que en el presente estudio son más abundantes *Molineriella minuta* y *Spergularia purpurea* respectivamente, que producen mayor número de semillas que las anteriores (Ortega, observación personal).

El número de plántulas se estabiliza a partir de la cuarta semana aunque la humedad del suelo sea alta, lo que indica la existencia de un límite a la densidad de población por superficie. El número de plántulas/m<sup>2</sup> que se alcanza en la estabilización se sitúa entre 16000 y 25000 según tratamientos. Estos valores son semejantes a los de Marañón (1985b) que obtiene 21680 en diciembre (a pesar de tener una reserva de semillas sensiblemente inferior); son por otra parte del mismo orden que los obtenidos en pastos de anuales de California por Marañón y Bartolome (1987): 11100 plántulas/m en el mismo mes.

El número total de semillas que emergen al final del periodo de implantación no parece depender del banco, al menos en nuestro caso que es muy elevado, sino de otros factores como la interacción de las plántulas ya instaladas sobre la reserva de semillas que no han germinado.

La presencia de una cobertura vegetal por encima del suelo produce en muchos casos una dormancia inducida en las semillas de muchas especies (Taylorson y Borthwick, 1969; Smith, 1973; King, 1975; Grime y Jarvis, 1975; Gorski, 1975; Silvertown, 1980b; Pons, 1983). Se produce una modificación de la composición espectral de la luz al pasar a través de los tejidos fotosintéticos, incrementándose la razón entre luz roja/luz roja lejana.

La dormancia inducida tiene un claro valor adaptativo, ya que impide la germinación de semillas en circunstancias donde las posibilidades de supervivencia de las plantulas recién germinadas serían bajas. Si existe una densidad alta de individuos ya establecidos, es más ventajoso para la reserva de semillas permanecer en dormancia, ya que su germinación implicaría desventaja en la competencia con las plantas más grandes (Inouye, 1980). A este respecto, varios autores señalan la existencia de una mayor mortandad de plántulas bajo una vegetación ya desarrollada (Harper, 1977; Bakker et al., 1980; Fenner, 1978).

Los resultados indican que en función de las condiciones climáticas existentes en el momento de la germinación e implantación, la composición puede ser diferente. Los resultados no parecen ser debidos a diferencias en la reserva en las tres parcelas donde se han llevado a cabo los distintos tratamientos. En primer lugar, aunque para una buena estima del banco haga falta un número muy elevado de muestras debido a la heterogeneidad espacial (Carretero, 1977; Thomson, 1986), al considerar los valores por familias en las distintas parcelas, estos no son diferentes significativamente. En segundo lugar, de cada grupo considerado solo emerge un porcentaje muy pequeño de la población de semillas.

Existen dos posibles aspectos capaces de explicar las diferencias en la relación gramíneas/dicotiledóneas en los distintos tratamientos: distintas tasas de emergencia y/o mortalidad de las plántulas de unos grupos frente a otros.

No existe evidencia de que las diferencias en la relación gramíneas/dicotiledóneas se deba a tasas de mortalidad distintas para ambos grupos. Los periodos de déficit hídrico tiene como respuesta tasas similares para éstos. Aunque diversos autores hacen referencia a un efecto importante de la sequía sobre la mortalidad de gramíneas (Grime, 1979; Pitt y Heady, 1978; Naveh, 1982) en el presente estudio no existe una mayor mortalidad que en las dicotiledóneas, quizás debido a que todos los individuos se encuentran en los primeros estadios de plántulas, con sistemas radiculares aún muy pequeños. Por el contrario, en lo que se refiere a tasas de emergencia, existe un comportamiento diferencial en ambos grupos. En octubre germinan mayor número de gramíneas, y en septiembre y noviembre de dicotiledóneas. Numerosos autores señalan que gran parte de las fluctuaciones interanuales en la vegetación de anuales se relacionan con las estrategias germinativas de las distintas especies que componen la vegetación y su comportamiento en relación con las condiciones climáticas (Heady, 1958; Bartolome, 1979; Oriente et al., 1980; Breman et al., 1982).

Se plantea la cuestión de porqué las dicotiledóneas presentan una tasa de emergencia más baja en el tratamiento de octubre, con unas condiciones más favorables que en noviembre. La explicación no parece venir dada por un rango óptimo de temperaturas más bajas para este grupo, sino por una modificación de la capacidad germinativa al interactuar con las gramíneas. En octubre se produce una germinación alta de éstas, que fueron capaces de crecer rápidamente en altura debido a sus características morfológicas, y de una ocupación rápida del espacio en la primera semana. (mas del 80% de cobertura de gramíneas frente al 45% de dicotiledóneas). Esto parece desfavorecer a la germinación de este último grupo durante la cuarta semana, debido posiblemente a una inducción de la dormancia de gramíneas sobre dicotiledóneas. Las especies de dicotiledóneas más abundantes en la reserva de semillas son especies ruderales en las que se ha descrito que este efecto es muy marcado (Linhart, 1976; Fenner, 1978).

En noviembre las dicotiledóneas emergieron más rápidamente que las gramíneas y además éstas no fueron capaces de crecer bastante en altura, permaneciendo su cobertura relativamente baja en las primeras semanas (figura 8.6), debido a las temperaturas más bajas en este periodo (figura 8.1). Estos aspectos evitaron la existencia de restricción en la emergencia de dicotiledóneas.

En las parcelas regadas en septiembre, aunque en un principio se produce un fenómeno de dominancia de gramíneas, una posterior mortandad elevada de plántulas (casi el 50%), produjo un descenso en la cobertura de éstas (figura 8.6), dejando "huecos vacíos" en la vegetación, produciéndose una nueva emergencia en la que las dicotiledóneas llevaron ventaja. La baja cobertura de gramíneas al final de la tercera semana (figura 8.6) eliminaría la dormancia inducida favoreciendo una nueva emergencia. El que ésta sea mayor en las dicotiledóneas que en las gramíneas puede ser explicada porque éstas hayan sufrido una mayor mortalidad de semillas tras la sequía. Según Breman et al. (1982), en periodos secos inmediatamente posteriores a una lluvia desencadenante de la germinación (caso del tratamiento de septiembre), las especies de germinación más rápida sufrirían grandes mortandades de semillas, al comenzar la germinación en condiciones adecuadas de humedad, pero no ser ésta suficiente posteriormente para la aparición de la radícula. Este fenómeno habría mermado notablemente la reserva de semillas de las gramíneas, reduciendo la posibilidad posterior de tasas altas de germinación. Este aspecto sería menos acusado en dicotiledóneas, bien porque éstas germinan con varios días de retraso en relación a las primeras (Fernandez Alés, comunicación personal) o porque en este grupo la dormancia innata en las semillas es más frecuente y más prolongado que en las gramíneas.

De todo ello se deduce que en la dominancia de gramíneas o dicotiledóneas un factor principal es el momento en que se produce la germinación que condiciona la rapidez de germinación de las gramíneas y su capacidad de crecimiento, y por tanto de restringir la germinación del resto de las especies. Este resultado concuerda con los resultados de otros autores en relación a los años en que se produce una dominancia de gramíneas (Duncan y Woodmansee, 1975; Naveh, 1982)

El patrón posterior de precipitación durante el periodo de implantación también es muy importante. Los periodos de sequía afectan de forma acusada a la mortandad de gramíneas, reduciéndose su cobertura, por lo que el efecto restrictivo sobre el resto de especies se ve mermado.

Los resultados obtenidos en los tres años de estudio son consecuentes con este modelo. La dominancia de gramíneas existente en 1984-85 es muy similar a la conseguida en el tratamiento de octubre, siendo a su vez equiparables las características meteorológicas durante el periodo de implantación. Igual se puede decir de los años 1982-83 y 1983-84 con respecto al tratamiento de noviembre.

En aquellas situaciones en las que se produce la práctica desaparición de dicotiledóneas en 1984-85 (zonas bajas de ladera parcelas bajo árbol y parcela 1 de El Pedroso) se puede relacionar este fenómeno con factores que

favorecen una alta germinación e implantación de gramíneas:  
mayor banco de semillas, menor oscilación de la humedad  
edáfica, mayor cantidad de nutrientes, etc.

9. DISCUSSION.

La composición florística de los pastos estudiados muestra pautas de variación temporal que se pueden relacionar con los patrones de distribución de la precipitación a lo largo del año. Estas pautas son semejantes en pastos de composición diferente, y ello obedece a dos causas: los patrones de distribución temporal de la precipitación son homogéneos en toda el área de estudio y las especies de gramíneas y leguminosas, las de mayor representación en la vegetación, presentan una respuesta homogénea por familias.

El seguimiento de la evolución de la vegetación a lo largo del ciclo anual permite establecer la dependencia de su composición del reparto de las lluvias con mayor exactitud que con los métodos de regresiones múltiples utilizadas por otros autores (Duncan y Woodmansee, 1975; Pitt y Heady, 1978; Naveh, 1982). Los resultados coinciden en líneas generales, aunque existen discrepancias que se comentarán más adelante.

Dos son los periodos claves que determinan la composición florística y abundancia de especies: el periodo de implantación tras las primeras lluvias otoñales y el periodo primaveral.

La composición florística y abundancia de la mayoría de las especies se determina durante la implantación y no se ve modificada sustancialmente durante el resto del ciclo, resultados que coinciden con los de Heady (1958). La proporción entre gramíneas, compuestas y otras se mantiene

constante a lo largo del año y varía entre años en función del momento en que se producen las primeras lluvias otoñales y su reparto en las semanas posteriores. La dependencia del banco de semillas es pequeña, en el sentido que bancos similares pueden dar lugar a pastos de composición diferente, en función del reparto de las lluvias, resultados que coinciden con los de Bartolome (1979).

Los mecanismos se relacionan con variaciones en las tasas de emergencia e implantación de las especies entre años, como también ha señalado este autor y las variaciones en las tasas parecen depender de características del medio (humedad y temperatura) aunque no se puede descartar que también actúen mecanismos de dominancia innata en las semillas, de diferente duración según las especies.

Las gramíneas presentan tasas de emergencia e implantación mayores que el resto de las especies al comienzo del otoño (septiembre, octubre). Si no hay sequías posteriores que produzca una gran mortalidad, se establecerán, inhibiendo la implantación del resto. Esto da lugar a que se vean favorecidas por lluvias tempranas y abundantes durante el periodo otoñal. Su capacidad de completar el ciclo aun en presencia de sequías prolongadas (Edwing y Menke, 1983; Jackson y Roy, 1986) da lugar a que su frecuencia dependa fundamentalmente del otoño como ha sido señalado por varios autores (Duncan y Woodmansee, 1975; Naveh, 1982)

La frecuencia de la mayoría de las especies de compuestas y otras no muestra dependencia del reparto de la precipitación; una misma especie puede presentar pautas de evolución diferentes en distintas parcelas, lo que indica que deben depender de otros factores. Uno de ellos es la interacción con otros componentes de la comunidad (gramíneas). Cuando éstas muestran una elevada frecuencia durante la implantación inhiben la emergencia del resto de las especies.

Ello puede explicar los resultados contradictorios que encuentran otros autores cuando relacionan la frecuencia de estas especies con la precipitación. Duncan y Woodmansee (1975) al igual que en este estudio, no encuentran relación. Pitt y Heady (1978) muestran resultados contradictorios que achacan a que dependen de la implantación y este periodo no está bien recogido en las variables climáticas utilizadas. Naveh (1982) encuentra relación con el reparto de las lluvias durante todo el ciclo, lo que es posible si las especies de los pastos que el estudia tienen dependencia de este factor, como ocurre con algunas de las especies de este estudio.

La frecuencia de las leguminosas depende fundamentalmente de la primavera y muestra baja dependencia del periodo de implantación, salvo que se produzca una inhibición por una gran abundancia de gramíneas, como ocurre en las parcelas bajas de la ladera, bajo árbol y en la parcela 1 de El pedroso, en 1984-85. Lluvias abundantes en

primavera favorecen su crecimiento, pudiendo llegar a ser dominantes en la comunidad aun cuando su frecuencia fuera muy baja durante el otoño e invierno. Periodos de sequía a finales de invierno y durante la primavera lo inhiben, llegando incluso a desaparecer antes de florecer cuando éstas son prolongadas (como en las parcelas de Castilblanco en 1982-83). Duncan y Woodmansee (1975) y Naveh (1982) muestran que estas especies están favorecidas por un reparto regular de las precipitaciones en el año, resultados que concuerdan solo en parte con los del estudio, ya que estos autores y Pitt y Heady (1978) también señalan relaciones con la precipitación otoñal, mientras que en el presente estudio no se encuentra esta dependencia. Esta discordancia puede radicar en que las interacciones entre los componentes de la comunidad pueden falsear los resultados de las regresiones múltiples. Pitt y Heady (1978) señalan que la abundancia de leguminosas puede disminuir aquellos años en los que las gramíneas son muy abundantes, resultados que coinciden con los nuestros en aquellas situaciones en las que las gramíneas tienen una fuerte dominancia en el periodo de implantación.

Los pastizales estudiados presentan una fuerte estructuración temporal, de forma que las distintas especies que lo componen utilizan el tiempo de distinta manera. A escala anual se encuentra una fuerte segregación fenológica en el periodo reproductor (floración y fructificación). A escala de años existen fuertes cambios en la composición

florística, con elevadas tasas de renovación de especies entre unos años y otros (solo aparecen cada año un tercio de las especies censadas en el conjunto del periodo de estudio).

Los resultados indican que la estructuración temporal durante el ciclo de desarrollo de la vegetación es muy importante: existe un gran número de especies cuyo periodo reproductivo y posterior marchitez se produce antes del pico máximo de floración en mayo; estas especies tienen una representación alta en el conjunto de la vegetación.

La segregación fenológica es un fenómeno muy extendido en diferentes comunidades vegetales (Salisbury, 1916 y 1918; Hayashi, 1971; Falinska, 1972; Goryshna, 1972; Al-Mufti et al., 1977; Everett et al., 1980; Berense, 1981; Fowler y Antonovics, 1981).

La separación temporal de especies con distinta fenología permite un mejor aprovechamiento de los recursos, favoreciendo un mayor equilibrio entre especies, al reducirse la probabilidad de coincidencia en un mismo sitio y momento (Goryshna, 1972; Bazzaz y Parrish, 1982; Gulmon, 1983; Jackson y Bliss, 1984, entre otros). Ello puede contribuir al mantenimiento de una mayor diversidad en comunidades de pastizal templados (Al-Mufti et al., 1977; Grime, 1979).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que las especies están segregadas sólo parcialmente en su ciclo, con un amplio solapamiento durante el periodo vegetativo y una más nitida separación durante el periodo reproductivo. En las especies anuales la fase de floración y producción de semillas es fundamental para la reproductividad del sistema.

La floración y fructificación requiere una entrada y acumulación de energía y nutrientes. La abundancia de recursos y la capacidad de las plantas de asimilar y distribuir estos recursos puede influenciar los patrones fenológicos (Rathcke y Lacey, 1985). El momento de la reproducción podría venir dado por requerimientos diferentes para cada especie. Las plantas que requieren más recursos para llevar a cabo su reproducción florecerían más tarde que aquellas que requieren menor cantidad.

Según Bazzaz y Parrish (1982) la floración temprana se produce con mayor frecuencia en comunidades en las que el pico de floración corresponde a un gran desarrollo en altura y biomasa en la vegetación. En estos casos el completar el ciclo de vida antes permite su crecimiento y reproducción con menor interferencia con las especies de mayor capacidad competidora. En las comunidades de pastizal estudiadas en el presente trabajo, las especies tempranas son significativamente más pequeñas en altura y biomasa por individuo (Ortega, datos no publicados) por lo que se supone

que éstas tendrían menor capacidad de competencia al final de la estación de crecimiento que es cuando se produce el pico máximo de biomasa (Ortega y Fernández Alés, 1987).

Se ha apuntado también la hipótesis de que el momento de la floración de las distintas especies de una comunidad está inmersa bajo la presión selectiva de los polinizadores. Esta hipótesis es atractiva para explicar las diferencias en los periodos reproductivos de las especies (Morse, 1977; Heinrich, 1976; Parrish y Bazzaz, 1979). Sin embargo, la conducta global de floración de una comunidad puede surgir de una simple suma de conductas individuales, en respuesta a condiciones del ambiente, sin que las interacciones entre especies jueguen necesariamente un papel decisivo. En el caso de los pastizales estudiados en el presente trabajo, en el que la vegetación está constituida predominantemente por especies posculturales, la comunidad puede ser resultante de la agregación de muchas especies que no han evolucionado conjuntamente.

Los cambios en composición de la vegetación entre unos años y otros son importantes y están influidos primordialmente por la matriz ambiental. Los pastos estudiados sufren variaciones de tipo cualitativo (aparición y extinción local de especies) y cuantitativos (cambio en la abundancia de especies).

La extinción local de especies en cada año (sólo aparecen cada año un tercio de las especies que aparecen en los tres años estudiados) es un fenómeno generalizado en los pastos estudiados. Esta desaparición puede venir dada por una condiciones climáticas desfavorables durante el ciclo, muriendo gran parte de la población de determinadas especies antes de llegar a su reproducción -caso de las leguminosas- o bien por una restricción en la emergencia de las plántulas. Este sería el caso de un gran número de especies de compuestas y otras en 1984-85 sobre todo en determinadas situaciones -zonas bajas de ladera, bajo los árboles y en algunas zonas planas-. Se plantea cómo persisten a largo plazo las especies que en determinados años no pueden dejar una reserva de semillas para el año siguiente.

La persistencia de la reserva de semillas de unos años a otros en determinadas especies debe ser una estrategia para evitar su extinción definitiva. Aunque este aspecto no ha sido objeto de estudio expreso en el presente trabajo, los resultados obtenidos en la reserva de semillas en septiembre de 1984, en relación a la cobertura alcanzada por las distintas especies en el ciclo anual anterior sugieren la existencia, al menos para algunas especies de una reserva persistente. Según un modelo de Cohen (1968), cuando las condiciones ambientales son fluctuantes, existiendo para determinadas especies una alta probabilidad de mortalidad prerreproductiva, éstas mostrarían entre sus características

adaptativas, la existencia de una gran proporción de semillas con capacidad de supervivencia durante más de un año. Lewontin y Cohen (1969) demuestran que una especie anual cuyas semillas no sean persistentes tienen una alta probabilidad de extinción en ambientes fluctuantes.

Algunos autores proponen la hipótesis de la existencia de una segregación espacial de la comunidad en "mosaico" lo cual permitiría la persistencia de especies extinguidas localmente mediante la entrada de de semillas transportadas desde "manchas" cercanas. Esta hipótesis no parece suficiente para explicar algunos resultados encontrados en el presente trabajo como la dominancia de determinadas especies un año cuando en el año anterior no estaban presentes. Hobbs y Mooney (1985) muestran que la distancia de la planta madre a la que se transportan las semillas es muy bajo (un metro y medio aproximadamente). Aun en zonas con pastoreo este mecanismo parece ser poco importante. Marañón (1985) muestra que la reserva de semillas debajo y fuera del árbol en una dehesa pastoreada es muy diferente a pesar de su cercanía en el espacio.

Las persistencia del sistema frente a condiciones climáticas fluctuantes vendría dada por la existencia de un banco muy abundante y diverso en especies en el cual muchas semillas serían persistentes. Esta amplia "información" existente en la reserva se expresaría cada año de forma diferente según las características climáticas

fundamentalmente. Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que la plasticidad de respuesta de la vegetación durante el periodo de implantación es muy amplia, de forma que de un banco muy similar se puede obtener composiciones diferentes en función del patrón de distribución de la precipitación en otoño.

La persistencia de muchas de las especies dependería de la existencia de años favorables para su implantación de forma que éstos compensen los años de bajo o nulo éxito reproductor. Fowler y Antonovics (1981) y Shmida y Ellner (1984) señalan hipótesis parecidas.

Como vimos en el capítulo 4 los tiempos de recurrencia de condiciones climáticas muy diferentes, tanto durante el otoño como a nivel anual, son relativamente bajos, lo que posibilitaría para las especies encontrar con cierta frecuencia "refugios en el tiempo" que permitieran la recarga del banco antes de su extinción total.

Si esta hipótesis es correcta, en los pastos la coexistencia de todas las especies a largo plazo es posible gracias a una matriz climática muy fluctuante pero en alguna medida reiterativa en el tiempo, y al dinamismo continuo de la vegetación en respuesta a ésta.

Estos mecanismos permitirían mantener la estructura de la comunidad a largo plazo, que tomaría múltiples configuraciones en el tiempo aunque manteniéndose dentro de unos rangos de variación y con una reversibilidad imperfecta (Rabotnov, 1974). Este modelo de fluctuación se asemejaría al concepto de "elasticidad" introducido por Holling (1973). La elasticidad es una medida de la capacidad de un sistema para persistir en presencia de perturbaciones (en este caso fluctuaciones climáticas) provocadas a través del tiempo. En el caso de las comunidades de pastizal estudiadas en el presente trabajo, el factor climático es predominante en las tendencias de variación entre años, de forma que la vegetación fluctúa mucho en composición, pero tendría la capacidad de volver a situarse en estados similares a años anteriores, es decir los cambios serían de tipo no direccional. Los cambios en composición de los pastizales estudiados no se pueden asimilar a cambios sucesionales (se han escogido zonas donde no se habían producido perturbaciones drásticas desde 15 años al menos). Aunque pueden existir tendencias de cambio a más largo plazo (escala de algunos años) debido a situaciones de inercia de la comunidad (que se concretaría en la información que la vegetación transmite de un año a otro a través del banco de semillas), éstas para ser observadas necesitarían una serie de datos relativamente larga (diez años al menos).

## 10. CONCLUSIONES.

El clima de la Sierra Norte de Sevilla presenta una fuerte irregularidad en la precipitación total anual, siendo casi equiprobables los años secos (400-700 mm), medios (700-1000 mm) y húmedos (>1000 mm). Esta irregularidad se traduce con frecuencia en el alargamiento de la sequía veraniega, que tiene una duración media de cuatro meses. Otra de sus características es la alta probabilidad de que las primeras lluvias otoñales estén seguidas de periodos prolongados sin precipitación.

Los pastizales anuales mediterráneos de la Sierra Norte de Sevilla presentan fuertes cambios en composición florística y abundancia de las especies entre años. La mitad de las especies se renuevan cada año y dos terceras partes en los tres años de estudio. Las tasas de renovación de las especies más abundantes (frecuencia superior al 10% del total) es superior a la de las especies presentes, lo que indica que la abundancia de las especies sufre también variaciones importantes. Las tasas de renovación son muy semejantes en los pastos de las cinco explotaciones estudiadas, que tienen una composición florística diferente.

A pesar de estos cambios, las diferencias espaciales en composición se mantienen en el tiempo.

Las tendencias temporales de variación de la vegetación siguen las mismas pautas en todos los pastos estudiados en la región a pesar de la heterogeneidad florística existente.

Ello se debe a que las especies de gramíneas y leguminosas, las de mayor representación en la vegetación, presentan una respuesta muy homogénea por familias y a que los patrones de distribución de la precipitación son similares en toda el área de estudio.

Las variaciones en la composición del pasto entre años no están relacionadas con fluctuaciones en la precipitación total anual, sino con variaciones en el patrón de distribución de ésta a lo largo del ciclo de desarrollo de la vegetación.

Existen dos periodos críticos durante el ciclo de desarrollo de la vegetación en los que se determina la composición florística y abundancia de las especies: la implantación tras las primeras lluvias otoñales (septiembre-diciembre) y el periodo primaveral.

La abundancia de gramíneas, compuestas y otras depende del periodo de implantación, manteniéndose constante la proporción entre estos grupos durante el resto del ciclo anual. Las fluctuaciones observadas en estas familias durante el ciclo están relacionadas con la sucesión de especies de diferente fenología y en escasa medida con el reparto de la precipitación.

Las especies de gramíneas muestran patrones de evolución temporal muy homogéneos entre sí. Su frecuencia es muy dependiente del patrón de precipitación otoñal, estando favorecidas por lluvias tempranas que no estén seguidas de periodos con déficit hídrico intenso.

Las especies de compuestas y otras muestran patrones de evolución temporal heterogéneos y poco dependientes de la precipitación en la mayoría de ellas. Uno de los factores que determina su frecuencia es la interacción con las gramíneas durante el periodo de implantación.

Las especies de leguminosas muestran patrones de evolución temporal homogéneos entre sí. Su frecuencia al final del ciclo de desarrollo es poco dependiente del periodo de implantación y se relaciona con el patrón de distribución de las lluvias durante el final del invierno y la primavera, estando favorecidas por lluvias abundantes y bien repartidas en este periodo. Los periodos con déficit hídrico disminuyen su crecimiento, llegando incluso a desaparecer cuando éstos son muy prolongados.

En los pastos estudiados existe una fuerte segregación de las especies en el periodo reproductivo. Aunque la mayoría de las especies (62 %) florecen en mayo, un porcentaje importante presentan la floración antes de este mes (30 %) o con posterioridad al mismo (7 %). Estas especies presentan una contribución alta al total de

frecuencia durante el ciclo (40-75 %).

Las fuertes fluctuaciones en la precipitación dentro del area de estudio es un factor que permite la coexistencia de un numero elevado de especies en los pastos estudiados. La segregación fenológica de las especies dentro del ciclo anual tambien contribuye a la coexistencia de las especies.

11. BIBLIOGRAFIA.

AL-MUFTI, M.M.; SYDES, S.B.; FURNES, S.B.; GRIME, J.P.; BAND, S.R. (1977). A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. *J. Ecol.*, 65, 759-791.

ALIA, (1963). Rasgos estructurales de la Baja Extremadura. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. Geol.* 61, 247-262.

ALLUE, J.L. (1966). Subregiones fitoclimáticas de España. I.F.I.E., Ministerio de Agricultura, Madrid.

ALMANZAR, A.A.; FERNANDEZ RIVERA, C.; HERRERA, L.M. (1979). Reconocimiento de suelos de la zona de Constantina (Sevilla). Documento C.E.B.A.C., Sevilla.

APARICIO-TEJO, A.; SANCHEZ DIAZ, F. (1980). Nitrogen fixation, stomatal response and transpiration in *Medicago sativa*, *Trifolium repens* y *Trifolium subterraneum* under water stress and recovery. *Physiol Plant.*, 48, 1-4.

ASCHMANN, H. (1973). Distribution and peculiarity of mediterranean ecosystem. En *Mediterranean type ecosystem*. Di Castri, F y Mooney H.A. (Eds.). Springer-Verlag. Berlin.

BAKKER, J.P.; DEKKER, M.; DE VRIES, Y. (1980). The different management practices on a grassland community and the resulting fate of seedlings. *Acta Bot. Neerl.*, 29, 469-482.

BARTOLOME, J.W. (1979). Germination and seedling establishment in California annual grassland. *Jour. Ecol.*, 67, 273-281.

BAZZAZ, F.A.; PARRISH, J.A. (1982). Organization of grassland communities. En: *Grasses and Grasslands*. J.R. Este; R.J. Tyrl y J.N. Brunken (Eds.), Univ. of Oklahoma Press, 233-254.

BENZECRI, J.P. et al. (1973). L'analyse des données: Vol. 2: L'analyse des correspondances. Dunod. Paris.

BERENSE, F. (1981) Competition and equilibrium in grassland communities. Grassland Research. Group Publ. N 44.

BISWELL, H.H. (1956). Ecology of California grassland. Jour Range Manag., 7, 57-61.

BREMAN, H.; CISSE, A.M.; DJITEYE, M.A.; ELBERSE, W. Th. (1982). Le potentiel physiologique des paturages et des cultures agricoles. En: La productivité des paturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Penning de Vries FWT y Djiteye, M.A. (Eds.). Wageningen.

BRENCHLEY W.E.; WARRIGTHON, K. (1930). The weed seed population of arable soil. 1 Numerical estimation of viable seeds and observation on their natural dormancy. Jour. Ecol., 18, 235-272.

BREYMEYER, A.I.; DYNE, G.M. (1980). Grassland systems analysis and man. Cambridge University Press.

CABEZAS, J.F. (1985). Distribución espacial y temporal de las precipitaciones en la provincia de Badajoz y cuantificación de los volúmenes de agua precipitada por planimetría. Tesis de licenciatura. Universidad de Extremadura.

CARRETERO, J.L. (1977). Estimación del contenido de semillas de malas hierbas de un suelo agrícola como predicción de su flora adventicia. Anal. Inst. Bot. Cavanilles, 34, 267-278.

COHEN, D. (1968). A general model of optimal reproduction in a randomly varying environment. J. Ecol., 56, 219-228.

CORRAL, M.L.; BELLINFANTE, N.; MEDINA, M.; PANEQUE, G. (1979). Estudio del cambisol "Los Labrados" sobre granito de El Pedroso (Sevilla). Anal. Edaf. Agrobiol. XXXVIII, 821-825.

COUPLAND, R.T. (1974). Fluctuation in North American grassland. En Vegetation dynamics. Knapp R. (ed.) p 235-241. Dr. W Junk. The Hague.

DAGET, Ph. (1977). Le bioclimat méditerranéen: caractères généraux, modes de caractérisation. *Vegetatio*, 34, 1-20.

DAGET, Ph.; POISSONET, J.A. (1969). Analyse phyto-écologique des prairies, applications agronomiques. Documento del C.N.R.S.- C.E.P.E. N 48, Montpellier.

DE LAS CASAS, G. (1977). Consideraciones en torno a la evolución de la Flora y respuesta a la fertilización fosfórica en la zona Centro-Oriental del Valle de los Pedroches. *Pastos*, 7, 38-51.

DE TERAN, M.; SABARIS, L. (1968). *Geografía regional de España*. Ariel. Barcelona.

DODD, J.L.; LAUENROTH, W.K. (1979). An analysis of the response of grassland ecosystem to stress. En: *Perspectives in grassland Ecology*. Frenk, N. (Eds). Springer-Verlag. Berlin.

DRAIN, M. (1977). *Les campagnes de la province de Séville*. Thèse d'état, Univ. Paris V, Librairie Champion, Paris.

DUCHAUFOUR, Ph. (1977). *Pédologie. 1. Pédogénèse et classification*. Masson, Paris.

DUNCAN, D.A.; WOODMANSEE, R.C. (1975). Forecasting forage yield from precipitation in California's annual rangeland. *J. Range Manag.*, 28(4), 327-329.

EDWING A.L.; MENKE, J.W. (1983) Response of soft chess (*Bromus mollis*) and slender oat (*Avena barbata*) to simulated drought cycles. *Jour. of Range Manag.*, 36, 415-418.

ETHERINGTON, J.R. (1975). *Environment and plant ecology*. John Wiley & Sons. London.

ETHERINGTON, J.R.; RUTTER, A. J. (1964). Soil water and the growth of grasses. I. The interaction of the water table depth and irrigation amount on the growth of *Agrostis tenuis* and *Alopecurus pratensis*. *J. Ecol.*, 52, 677-689.

EVERETT, R.L.; TELLER, P.T.; DAVIS, J.B.; BRUNNER, A. D. (1980). Plant Phenology in Galleta-Shadscale and Galleta-sagebrush associations. *Jour. Range Manag.*, 33 (6).

EVERITT, B.S. (1977). *The analysis of contingency tables.* Chapman and Hall. (London).

FALINSKA, K. (1972). Fenologiczna reakcja gatunkow na zroznicowanie gradow. *Phytocoenosis*, 1, 5-35.

FENNER, M. (1978). A comparison of the abilities of colonizers and closed-turf species to establish from seed in artificial swards. *Jour. Ecol.*, 66, 953-963.

FIGUEROA, M.E. (1980). *Ecologia de los pastizales de la cuenca del rio Guadalupejo.* Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

FIGUEROA, M.E.; MARANON, T.; FERNANDEZ ALES, R.; GARCIA NOVO, F. (1980). Fluctuaciones del pastizal seminatural mediterraneo en relación con el regimen de precipitaciones. En: *Avances sobre la investigacion en bioclimatologia. VII Simposio de Bioclimatologia.* Sevilla.

FOWLER, N.; ANTONOVICS, J. (1981). Competition and coexistence in a North Carolina grassland. I. Patterns in undisturbed vegetation. *J. Ecol.*, 69, 825-841.

FRENCH, N.; SAUER, R. (1973). Phenological studies and modeling in grasslands. En: *Mediterranean type ecosystems. Origin and structure.* Di Castri, F.; Mooney, H.F. (Eds.). Springer-Verlag. Berlin.

GAGO RIVERA, M.; GUEVARA, O.; MORENO, B.C.; COPS, M.J. (1978). Reconocimiento de suelos y geomorfologia del borde sur de Sierra Morena (Sevilla). Documento C.E.B.A.C. Sevilla.

GALIANO, E.F. (1985). The small scale pattern of *Cynodon dactylon* in mediterranean pastures. *Vegetatio*, 63, 121-127.

GERAKIS, P.A.; GERRERO, F.P.; WILLIAMS, W.A. (1975). Growth water relation and nutrition of three grassland annuals as affected by drought. *Jour. Appl. Ecol.*, 12, 125-135.

GOLDSMITH, F.B.; HARRISON, C.M.; MORTON, A.J. (1986). Description and analysis of vegetation. En *Methods in plant ecology*. Moore, P.D.; Chapman, S.B. (Eds.). Blackwell. Oxford.

GONZALEZ BERNALDEZ, F. ET AL. (1976). Estudios ecológicos en Sierra Morena. Monografía N 8. Sev. Publ. del Ministerio de Agricultura. Madrid.

GONZALEZ BERNALDEZ, F.; DIAZ PINEDA, F. (1980). Bases para la tipificación integrada de los pastizales de dehesa. *Pastos*, 10, 21-43.

GORSKI, T. (1975). Germination of seeds in the shadow of plants. *Physiol. Plant.*, 34, 342-346.

GORYSHNA, T.K. (1972). Ecophysiologie des plantes éphéméroïdes printanières. *Oecol. Plantarum*, 7, 241-258.

GREIG-SMITH, P. (1964). *Quantitative plant ecology*. Butterworths. 2 Ed. London.

GRIME, J.P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley, Chichester.

GRIME, J.P.; JARVIS, B.C. (1975). Shade avoidance and shade tolerance in flowering plants. II Effects of light on the germination of species of contrasted ecology. En R. Bainbridge, G.C. Evans y O. Rackman (Eds.), *Light as an ecological factor*. Blackwell, Oxford, 525-532.

GRUBB, P.J. (1986). Problems posed by sparse and patchily distributed species in species-rich plant communities. En: *Community ecology* Diamond, J. y Case, T. Harper & Row, Publishers. New York.

GUERRA, A.; PANEQUE, G.; MUDARRA, J.L.; BANOS, C. (1962). Suelos. En: *Estudio Agrobiológico de la provincia de Sevilla*. CEBAC. Sevilla pp 29-98.

GUERRA, A. et al. (1968). Mapa de suelos de España. Descripción de las asociaciones y tipos principales de suelos. Ins. Nac. de Edaf. y Agrobiol. Madrid.

GULMON, S.L.; CHIARELLO, N.R.; MOONEY, H.A.; CHU, C.C. (1983). Phenology and resource use in three co-occurring grassland annuals. *Oecologia* (Berlin), 58, 33-42.

HABERMAN, J.J. (1973) The analysis of residuals in cross-classified tables. *Biometrika*, 29, 205-222.

HARPER, J.L. (1977). Population biology of plants. Academic Press. London.

HARRINGTON, J.F. (1972). Seed storage and longevity. En: Seed biology. Kozlowski, T.T. (Ed.). Academic Press. New York.

HAYASHI, I. (1971). Phenology of grassland species at Sugadaira, Central Japan. *Jap. Jour. of Ecol.*, 21, 214-221.

HAYASHI, I.; NUMATA, M. (1971). Viable buried-seed population in the *Miscanthus* and *Zoysia* type grassland in Japan. Ecological studies on the buried-seed population in the soil related to plant succession. *Jap. Jour. Ecol.*, 20, 6, 243-252.

HEADY, H.F. (1958). Vegetational changes in the California annual type. *Ecology*, 39, 402-416.

HEINRICH, B. (1976). Resource partitioning among some eusocial insects: bumblebees. *Ecology*, 57, 874-889.

HICKMAN, J.C. (1977). Energy allocation and niche differentiation in four co-existing annual species of *Poligonum* in Western North America. *J. Ecol.*, 65, 317-326.

HOOPS R.; MOONEY, H.F. (1985). Community and population dynamics of serpentine grassland annuals in relation to gopher disturbance. *Oecologia* (Berlin), 67, 342-351.

HOLLING, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 4, 1-23.

HOLLAND, V.L. (1973). A study of vegetation and soils under blue oak compared to adjacent open grassland. Ph. D. Dissertation. Dep. of Botany U.C. Berkeley.

HUFSTADER, R.W. (1978). Growth rates and phenology of some southern California grassland species. *Jour Range Manag.* 31 (6).

HULL, J.C.; MULLER, C.H. (1976). Responses of California annual grassland species to variations in moisture and fertilization. *Jour. Range Manag.*, 29, 49-52.

HUTCHINGS, M.J. (1986). *Plant Population Biology*. En: *Methods in plant ecology*. Moore. P.D.; Chapman, S.B. Blackwell Scientific Publications. Oxford.

HUTCHINSON, C.S.; SEYMOR, G.B. (1982). Biological flora of the British Isles: *Poa annua* L. *Jour. Ecol.*, 70, 887-901.

HUTCHINSON, G.E. (1978). *An introduction to population ecology*. Yale University Press. New Haven.

INOUE, R.S. (1980). Density-dependent germination response by seeds of desert annuals. *Oecologia (Berlin)*, 46, 235-238.

JACKSON, L.E.; BLISS, L.C. (1984). Phenology and water relations of three plant life forms in a dry tree-line meadow. *Ecology*, 65, 1302-1314.

JACKSON, L.E.; ROY, J. (1986). Grow patterns of annual and perennial grasses under simulated rainfall regimes of southern France and California. *Acta Oecol.*, 7 (21)2, 191-212.

JAIN, S.K. (1982). Variation and adaptative role of seed dormancy in some annual grassland species. *Bot. Gaz.*, 143 (1), 101-106.

JOFFRE, R. (1987). Dynamique de la vegetation herbacee. En: Estudio agroecológico y agroeconómico de las dehesas de la Sierra Norte de Sevilla. Informe final. 24 pp.

KENNETH, M.; DUDLEY. (1983). Population biology of an annual plant in a temporally variable habitat. Jour. Ecol, 71, 691-703.

KERSHAW, K.A. (1973). Quantitative and dynamic plant ecology. Arnold, E. (Ed.). London.

KING, T.J. (1975). Inhibition of seed germination under leaf canopies in *Arenaria serpyllifolia*, *Veronica arvensis* and *Cerastium holosteoides*. New phytol., 75, 87-90.

KING, T.J. (1976). The viable seed content of ant-hill and pasture soil. New Phytol., 77, 143-147.

KORCHAGIN, A.A.; KARPOV, V.G. (1974). Fluctuations in coniferous taiga communities. En: Vegetation dynamics. Knapp, R. (Ed.). Dr. W. Junk. The Hague. pp 227-231

KUMMEROW, J. (1983). Comparative phenology of mediterranean type plant communities. En: Mediterranean types ecosystems. Kruger, f.j.; Mitchell, D.T.; Jarvis, J.U.M. Springer-Verlag. Berlin. pp 300-317.

LEWONTIN, R.C.; COHEN, D. (1969). On population growth in a randomly varying environment. Proceeding of the National Academy of Science, 62, 1056-1060.

LIETH, H. (1974). Phenology and seasonality modeling. Springer-Verlag, New York.

LINHART, Y.B. (1976). Density-dependent seed germination strategies in colonizing versus non-colonizing plant species. Jour. Ecol., 64, 375-380.

LONG, G.; POISSONET, J.; POISSONET, J.A.; GODRON, M.P.; DAGET, Ph. (1970). Méthodes d'analyse par points de la vegetation prairiale dense. Campraison avec d'autres méthodes. Documento de C.N.R.S.-C.E.P.E., N 48, Montpellier.

LUIS CALABUIG, E.; GOMEZ GUTIERREZ, J.M.; GIL CRIADO, A. (1976). Variación de la vegetación por efecto de la eutrofización en suelos silíceos. *Pastos*, 6, 297-311.

LUIS CALABUIG, E.; NAVASCUES, I.; GOMEZ, J.M. (1980). Análisis fenológico en pastizales de dehesa. *Pastos*, 10, 36-42.

MARGALEF, R. (1974). *Ecología*. Edit. Omega, Barcelona.

MARANON, T. (1985a). Diversidad florística y heterogeneidad ambiental en una dehesa de Sierra Morena. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, XLIV, 7-8, 1183-1197.

MARANON, T. (1985b). Reserva de semillas en el suelo de una dehesa en Sierra Morena: relación con la vegetación. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, XLIV (11-12), 1805-1816.

MARANON, T.; BARTOLOME, J.W. (1987). Seed and seedling populations in two contrasted communities: open grassland and oak (*Quercus agrifolia*) understory in California. (En prensa).

MARANON, T.; FIGUEROA, E.; DONCEL, J.L.; GARCIA NOVO, F. (1978). Estudio ecológico de los pastizales de dehesa en la Provincia de Badajoz. Public. Diputación de Badajoz.

MAJOR, J.; PYOT, W.T. (1966). Buried, viable seed in two California bunchgrass sites and their bearing on the definition of flora. *Vegetatio*, 13, 253-282.

McMAHON, J.A. (1980). Ecosystems over time: succession and other type of changes. En: *Forest: fresh perspectives from ecosystems analysis*. Proceedings of the 40th Annual Biology Colloquium (1979). Waring R.H. (Ed.). Oregon State University Press, Corvallis. Oregon.

McNAUGHTON, S.J. (1968). Structure and function in California grasslands. *Ecology*, 49, 962-972.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1975). *Mapas provinciales de suelos*: Sevilla. Madrid.

- MONTERO DE BURGOS, J.L.; GONZALEZ REBOLLAR, J.L. (1974). Diagramas bioclimaticos. ICONA, madrid.
- MONTOYA, J.M. (1983). Pastoralismo mediterráneo. Monografía 25, ICONA, Madrid.
- MOORE, P.D. (1980). Plant opportunists. *Nature*, Vol 286, 441-443.
- MORSE, D.H. (1977). Ressource partitioning in bumblebees: the role of behavioral factors. *Science*, 197, 678-680.
- MOTT, J.J. (1972). Germination studies on some annual species from arid region of western Australia. *Jour. Ecol.*, 60, 293-304.
- MUJGAN, E.; SPRENT, J.I. (1973). Effects of water stress on growth and nitrogen-fixing activity of *trifolium repens*. *New Phytol.*, 72, 117-126.
- MURPHY, A.H. (1970). Predicted forage yield based on fall precipitation in California annual grassland. *Jour. Range Manag*, 23, 363-365.
- MURPHY, A.H.; HEADY, H.F.; MENKE, J.W. (1976). Vegetation changes produce benefits. *Calif. Agric.*, 30 (7), 22-26.
- NAVEH, Z. (1982). The dependence of the productivity of a semi-arid mediterranean hill pasture ecosystem on climatic fluctuations. *Agriculture and Environment*, 7, 47-61.
- NAVEH, Z.; WHITTAKER, R.H. (1979). Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, 41, 171-190.
- NEW, T. (1961). Biological flora of the British Isles: *Spergula arvensis*. *Jour. Ecol.*, 49 760-768
- OLIVER-MOSCARDO, S.; LUIS-CALABUIG, E. (1979). Estudio fisiográfico descriptivo. En *Estudio integrado y multidisciplinario de la dehesa salmantina. fasc.3,*

101-155. Salamanca-Jaca.

ORIONTE, E.L.; ANDERSON, D.I.; BERNARDON, A.E.; VERA, J.C. (1980). Determinación del factor de uso en dos especies claves, productividad y composición florística de un pastizal natural de San Luis. *Ecología Argentina*, 5, 71-82.

ORTEGA, F.; FERNANDEZ ALES, R. (1987). Variaciones en la composición florística y producción de los pastos y su relación con la precipitación en las dehesas de la Sierra Norte de Sevilla (Sierra Morena, SW. de España). Comunicación al Seminario sobre Dehesas y Sistemas Agrosilvopastorales Similares. Madrid, 1987.

OZENDA, P. (1975). Sur les etages de végétation dan les montagnes du bassin méditerranéen. *Doc. Cartographie Ecol.*, 16, 1-32.

PARRISH, J.A.D.; BAZZAZ, F.A. (1979). Differences in pollination niche relationships in early and late sucesional plant communities. *Ecology*, 60, 597-610.

PAUNERO, E. (1964) Nota sobre gramíneas.- III. Consideraciones acerca de las especies españolas del género *Vulpia* Gmel. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, XXII, 81-155.

PECO, B.; LEVASSOR, C.; CASADO, M.A.; GALIANO, E.F.; PINEDA, F.D. (1983). Influences météorologique et géomorphologique sur la succession de pâturages de thérophytes méditerranéennes. *Ecologia mediterranea*, IX, 1, 63-76.

PIGNATTI, S. (1978). Evolutionary trends in Mediterranean flora and vegetation. *Vegetatio*, 37, 175-185.

PITT, M.D.; HEADY, H.F. (1978). Responses of annual vegetation to temperature and rainfall patterns in northern California. *Ecology*, 59, 336-350.

POISSONET, P.S.; POISSONET, J.A.; GODRON, M.P.; LONG, G.A. (1973). A comparison of sampling methods in dense herbaceous pasture. *Jour. of Range Manag.*, 26 (1), 65-67.

PONS, T.L. (1983). Significance of inhibition of seed

germination under the leaf canopy in ash coppice. *Plant Cell and Environment*, 6, 385-392.

PRIETO, A. (1987). Revisión bibliográfica sobre las dehesas. Seminario sobre Dehesas y Sistemas Agrosilvopastorales Similares.

PUERTO, M.A. (1976). Distintas causas de diversidad y dominancia en etapas avanzadas de la sucesión secundaria bajo régimen de pastoreo. *Pastos*, 6, 101-111.

PUERTO, M.A.; PELOCHE, A.; GOMEZ GUTIERREZ, J.M. (1980). Efectos del arbolado sobre los estratos inferiores de la vegetación, en distintas comunidades de pastizal. *Anal. Edaf. Agrobiol.*, XXXIX,

QUINLIVAN, B.J. (1971). Seed coat impermeability in legumes. *J Aust. Inst. Agric. Sci.*, 31, 283-295.

RABOTNOV, T.A. (1974). Differences between fluctuations and secessions. En: *Vegetation dynamics*. Knapp, R. (Ed.), pp 21-24. Dr. W. Junk. The Hague.

RAMOS MONREAL, A.; GOMEZ PITERA, C.; QUINLIVAN, B.J. (1979) Influencia de las altas temperaturas estivales en el "ablandamiento" de semillas duras del trebol subterráneo y de otras leguminosas anuales en el S.O. de la España peninsular. *Anales I.N.I.A., Producción vegetal*, 10, 67-78.

RATCLIFFE, D. (1961). Adaptation to habitat in a group of annual plants. *Jour. Ecol.*, 49, 187-203.

RATHCKE, B.; LACEY, E.P. (1985). Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann. Rev. Syst.*, 16, 179-214.

RAVEN, P.H. (1973). The evolution of mediterranean floras. *Mediterranean type ecosystems. Origin and structure*. Di Castri, F.; Mooney, H.F. Eds. Springer-Verlag. Berlin. 213-224.

RICO RODRIGUEZ, M.; PUERTO MARTIN, A.; GOMEZ GUTIERREZ, J.M. (1979). Tipificación de pastizales semi-áridos en función de sus especies dominantes. *Pastos*, 9, 5-14.

RIVAS GODAY, S. (1964). Vegetación y flórua de la cuenca extremeña del Guadiana. Public. Diputación Badajoz.

RIVAS GODAY, S. (1966). Los montes adehesados. Los "majadales", su origen, evolución, óptimo y envejecimiento. Pastos, VI Reunion de la S.E.E.P., 17-40.

RIVAS GODAY, S.; GALIANO, F.; RIVAS MARTINEZ, S. (1962). Vegetación. En: Estudio agrobiológico de la provincia de Sevilla Cent. Edaf y Biol. Apli. del Cuarto. Sevilla. pp 99-118.

RIVAS GODAY, S.; RIVAS MARTINEZ, S. (1963). Estudio y clasificación de los pastizales españoles. Ministerio de Agricultura, Madrid.

RIVAS MARTINEZ, S. (1974). La vegetación de la clase Quercetea ilicis en España y Portugal. Anal. Ins. Bot. Cavanilles, 31, 205- 259.

RIVAS MARTINEZ, S. (1980). Les étages bioclimatiques de la vegetation de la Peninsule Ibérique. Anal. Jard. Bot. Madrid, 37, 251-268.

RIVAS MARTINEZ, S.; ABELLO, R.P.; PINEDA, F.D.; BERNALDEZ, F.G.; LEVASSOR, C. (1980). Comunidades de pstizal del Monte de El Pardo (Madrid). Studia oecologica, II, 59-90.

ROBERTS, H.A. (1970). Viable seeds in cultivated soils. Rep. Nath. Veg. Res. Stn., 25-38.

RODRIGUEZ, M.; DE LA PUENTE, T.; CALLEJA, A. (1980). Relación entre el abonado N-P-K y la composición botánica en prados de regadio de la montaña leonesa. Pastos, 10, 105-113.

ROSSITER, R.C. (1966). Ecology of mediterranean annual-tipe pasture. Adv. Agron., 18, 1-56.

ROZIJN, N.A.M.G.; VAN DER WERF (1986). Effect of drought during different stages in the life-cicle on the grow and biomass allocation of two Aira species. Jour. Ecol, 74, 507-523.

SALISBURI, K. (1916). The Oak-Hornbearn Wood of Herfordshire I & II. Jour. Ecol., 4, 83-120.

SALISBURI, K. (1918). The Oak-Hornbearn Wood of Herfordshire III & IV. Jour. Ecol., 6, 14-52.

SALTER, P.J.; GODE, J.E. (1967). Crop responses to water at different stages of growth. Commonwealth Agricultural Bureaux, England.

SASTRE, I.; JIMENEZ, R.; PINEDA, F.D.; GONZALEZ BERNALDEZ, F. (1982). Tipología y erosión de los suelos en un area representativa de las estribaciones del Guadarrama (Cordillera Central). Relaciones con la vegetación. Anal. Edaf. y Agobiol., XLI, 851-873.

SCHOENER, T.W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. Science, 185, 27-39.

SHMIDA, A.; ELLNER, S. (1984). Coexistence of plant species with similar niches. Vegetatio, 58, 29-55.

SILVERTOWN, J. (1980a). The dynamics of a grassland ecosystem: botanical equilibrium in Park Grass Experiment. Jour. of Appl. Ecol., 17, 491-504.

SILVERTOWN, J. (1980b). Leaf-canopy induced seed dormancy in a grassland flora. New Phytologist, 85, 109-118.

SILVERTOWN, J. (1982). Introduction to plant population ecology. Longman. London.

SMITH, H. (1973). Light quality and germination: ecological implications. En: Seed Ecology. Proc. 19th Easter School Agric. Sci., Univ. Nottingham. pp 219-232.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. (1969). Biometry. W.H. Freeman and Company. New York.

SPRENT, J.I. (1972). The effect of water stress on nitrogen-fixing root nodules. II. Effect on the fine structure of detached soybean nodule. New phytol., 71,

441-446.

STEBBINS, G.L. (1981). Coevolution of grasses and herbivores. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 68, 75-86.

TALBOT, M.W.; BISWELL, H.H.; HERMAY, A.L. (1939). Fluctuations in the annual vegetation of California. *Ecology*, 20 (3), 394-402.

TAYLORSON, R.B.; BORTHWICK, H.A.. (1969). Light filtration by foliar canopies: significance for light-controlled weed seed germination. *Weed Sci.*, 17, 48-51.

THOMAS, A.S. (1960). Changes in vegetation since the advent of myxomatosis. *Jour. Ecol.*, 48, 287-306.

THOMPSON, K. (1986). Small-scale heterogeneity in the seed bank of an acidic grassland. *Jour. Ecol.*, 74, 733-738.

THOMPSON, K.; GRIME, J.P. (1978). Seasonal variation in herbaceous seed banks. *Jour. Ecol.*, 66, 450-467.

THOMPSON, P.A. (1973). Geographical adaptation of seeds. En: *Seed ecology. Proc. 19th Easter School Agric. Sci.*, Univ. Nottingham. pp 31-58.

VACHER, J. (1984). *Analyse phyto et agro-ecologique des dehesas de la Sierra Norte (Andalousie occidentale, Espagne)*. Tesis doctoral. Montpellier.

VACHER, J.; ORTEGA, F.; FERNANDEZ ALES, R.; MARTIN VICENTE, A. (1987). Efecto de los árboles sobre el pasto en las dehesas de Sierra Morena. *Pastos (en prensa)*.

VACHER, J.; ORTEGA, F.; BALSERA, P.; LOPEZ, R.; DE LOS LLANOS, C. (1983). Diagnóstico cartográfico de la evolución del paisaje. Informe de la Casa de Velazquez. Madrid.

WATKINSON, A.R. (1982). Factors affecting the density response of *Vulpia fasciculata*. *Jour. Ecol.*, 70, 149-161.

WHITTAKER, R.H. (1965). Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, 147, 250-260.

WHITTAKER, R.H. (1977). Evolution of species diversity in land communities. *Evol. Biol.*, 10, 1-67.

WIGLEY, T.M.L.; ATKINSON, T.C. (1977). Dry years in south East England since 1698. *Nature*, 265, 431-434.

YOUNG, J.; EVANS, R.A.; RAGUSE, C.A.; LARSON, J.R. (1981). Germinable seeds and periodicity of germination in annual grassland. *Hilgardia*, 49, 1-37.

## APENDICE I

Frecuencia por especies en cinco parcelas inventariadas dos veces en el mismo día: parcelas 5 y 7 de Castl blanco (C), 2 y 3 de Cazalla-Almadén (C-A) y 5 y 7 de El Pe droso (P).

- a: frecuencia de la especie en el primer inventario.
- b: frecuencia de la especie en el segundo inventario.
- x: diferencia absoluta en la frecuencia de los dos inventarios.

(Continuación)

finca parcela	C			C			C-A			C-A			P			P					
	5			7			2			3			5			7					
	a	b	x	a	b	x	a	b	x	a	b	x	a	b	x	a	b	x			
PLA LAG	7	7	0				5	7	2												
PLA COR	1	1	0							2	1	1	5	4	1	15	18	3			
POL TET	3	4	1	0	1	1	0	1	1	1	2	1									
RUM BUC							2	2	0												
SIL GAL	8	5	3	2	2	0															
SPE ARV	2	4	2	0	1	1															

SPE PUR	3	3	0	2	3	1				1	1	0	40	37	3						
TUB GUT	0	3	3				16	13	3	2	3	1	30	27	3	3	5	2			
=====																					
$\bar{x}$ por spp	1.3			1.4			1.2			0.8			2.2			1.5					

(Continuación)

finca parcela	C			C			C-A			C-A			P			P		
	a	b	x	a	b	x	a	b	x	a	b	x	a	b	x	a	b	x
PLA LAG	7	7	0				5	7	2									
PLA COR	1	1	0							2	1	1	5	4	1	15	18	3
POL TET	3	4	1	0	1	1	0	1	1	1	2	1						
RUM BUC							2	2	0									
SIL GAL	8	5	3	2	2	0												
SPE ARV	2	4	2	0	1	1												
SPE PUR	3	3	0	2	3	1				1	1	0	40	37	3			
TUB GUT	0	3	3				16	13	3	2	3	1	30	27	3	3	5	2
$\bar{x}$ por spp		1.3		1.4			1.2			0.8			2.2					1.5

## APENDICE II

Caracterización de los meses (septiembre-mayo) en secos ( $\text{Precipitación} < 2 \times \text{Temperatura media}$ ) y húmedos ( $\text{Precipitación} > 2 \times \text{Temperatura media}$ ). También aparece el número de meses secos por estaciones (otoño, invierno y primavera) y para el total de las tres estaciones. Serie climática 1931-1985. Cazalla de la Sierra.

ANOS	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	OTO	INV	PRI	TOT
1931-32	S	H	H	S	H	H	H	H	H	1	1	0	
33	H	H	H	H	H	H	H	S	S	0	0	1	1
34	S	H	H	H	S	S	H	H	H	1	2	0	3
35	S	S	H	H	S	H	H	S	H	2	1	1	4
36	S	H	H	H	H	H	H	H	H	1	0	0	1
37	S	H	H	H	H	H	H	H	S	1	1	0	2
38	S	H	H	H	H	S	H	H	H	1	0	3	4
39	H	S	H	H	H	H	S	S	S	1	0	3	4
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1940-41	S	H	H	S	H	H	H	H	H	1	1	0	2
42	-	-	-	-	-	-	H	H	S	-	-	1	-
43	S	H	H	H	H	H	H	H	S	1	0	1	2
44	H	S	S	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	-	-	-	H	S	H	-	-	1	-
47	S	H	H	H	H	H	H	S	S	1	0	2	3
48	S	H	H	H	H	H	S	H	H	1	0	1	2
49	S	H	S	H	H	S	H	H	S	2	1	1	4
50	H	S	H	H	H	H	H	S	H	1	0	1	2
1950-51	S	H	H	H	H	H	H	H	H	1	0	0	1
52	S	S	H	H	H	S	H	H	H	2	1	0	3
53	S	H	H	H	H	S	H	H	S	1	1	1	3
54	S	H	S	H	S	S	H	H	S	2	2	1	5
55	S	S	H	H	H	H	H	S	S	2	0	2	4
56	S	H	H	H	H	H	H	H	S	1	0	1	2
57	S	S	H	H	S	H	H	H	H	2	1	0	3
58	H	H	H	H	H	H	H	S	S	0	0	2	2
59	S	H	H	H	H	H	H	H	H	1	0	0	1
60	S	H	H	H	H	H	H	H	H	1	0	0	1
1960-61	S	H	H	S	H	S	H	H	H	1	2	0	3
62	S	H	H	H	H	H	H	H	S	1	0	1	2
63	S	H	H	H	H	H	H	H	S	1	0	1	2
64	S	S	H	H	H	H	H	H	S	2	0	1	3
65	S	S	H	H	H	H	H	H	S	2	0	1	3
66	H	H	H	H	H	H	H	S	S	0	0	2	2
67	S	H	H	S	H	H	S	H	H	1	1	1	3
68	S	H	H	S	S	H	H	H	S	1	2	1	4
69	S	S	H	H	H	H	H	H	H	2	0	0	2
70	S	H	H	H	H	H	H	H	H	1	0	0	1
1970-71	S	S	H	H	H	S	H	H	H	2	1	0	3
72	S	S	S	H	H	H	H	S	S	3	0	2	5
73	H	H	H	H	H	H	H	S	H	0	0	1	1
74	S	H	H	H	H	H	H	H	S	1	0	1	2
75	S	S	H	H	H	H	H	H	H	2	0	0	2
76	S	S	S	H	H	H	H	H	S	3	0	1	4
77	H	H	H	H	H	H	S	S	S	0	0	3	3
78	S	H	H	H	H	H	H	H	S	1	0	0	1
79	S	S	H	H	H	H	H	H	S	2	0	1	3
80	S	H	S	H	H	H	H	S	S	2	0	2	4
1980-81	H	H	H	S	S	H	H	H	H	0	2	0	2

82	H	S	S	H	H	H	H	H	S	2	0	1	3
83	S	S	H	H	S	H	S	H	S	2	1	2	5
84	S	S	H	H	S	H	H	H	H	2	1	0	3
85	S	H	H	S	H	H	S	H	S	1	1	2	4

APENDICE III.

Lista de especies.

<i>Aegilops neglecta</i> Req. ex Bertol.	AEG NEG
<i>Aegilops triuncialis</i> L.	AEG TRI
<i>Aira caryophyllaea</i> L.	AIR CAR
<i>Agrostis castellana</i> Boiss. et Reut.	AGR CAS
<i>Agrostis pourretii</i> Willd.	AGR POU
<i>Anagallis arvensis</i> L.	ANA ARV
<i>Andryala integrifolia</i> L.	AND INT
<i>Anthyllis lotoides</i> L.	ANT LOT
<i>Aphanes microcarpa</i> (Bois. et Reut.) Roth.	APH MIC
<i>Arisarum vulgare</i> Tarq.-Tozz	ARI VUL
<i>Asphodelus albus</i> Miller	ASP ALB
<i>Avena barbata</i> Fott ex Link	AVE BAR
<i>Bellis annua</i> L.	BEL ANN
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	BEL TRI
<i>Biserrula pelecinus</i> L.	BIS PEL
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv	BRA DIS
<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch.	BRA NIG
<i>Briza maxima</i> L.	BRI MAX
<i>Briza minor</i> L.	BRI MIN
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	BRO HOR
<i>Bromus madritensis</i> L.	BRO MAD
<i>Bromus rubens</i> L.	BRO RUB
<i>Bromus sterilis</i> L.	BRO STE
<i>Bromus tectorum</i> L.	BRO TEC
<i>Calendula arvensis</i> L.	CAL ARV
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus.	CAP BUR
<i>Carex</i> spp.	CAR SPP
<i>Carlina racemosa</i> L.	CAR RAC

<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	CER GLO
<i>Chaetopogon fasciculatus</i> (Link) Hayek	CHA FAS
<i>Chamaemelum fuscatum</i> (Brot.) Vasc.	CHA FUS
<i>Chamaemelum mixtum</i> (L.) All	CHA MIX
<i>Cichorium intybus</i> L.	CIC INT
<i>Coleostephus myconi</i> (L.) Reich. fil.	COL MYC
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	CON ARV
<i>Coronilla repanda</i> (Poiret) Guss	COR REP
<i>Corrigiola telephiifolia</i> Pourret.	COR TEL
<i>Crassula tillaea</i> Lester-Garl.	CRA TIL
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	CRE CAP
<i>Crepis vesicaria</i> L.	CRE VES
<i>Cuscuta</i> sp.	CUS SP.
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	CYN DAC
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	CYN ECH
<i>Daucus carota</i> L.	DAU CAR
<i>Diplotaxis catholica</i> (L.) DC.	DIP CAT
<i>Echium plantagineum</i> L.	ECH PLA
<i>Erodium botrys</i> (Cav.) Bertol	ERO BOT
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Herb.	ERO CIC
<i>Eryngium campestre</i> L.	ERY CAM
<i>Euphorbia exigua</i> L.	EUP EXI
<i>Euphorbia falcata</i> L.	EUP FAL
<i>Evax pygmaea</i> (L.)	EVA PYG
<i>Filago pyramidata</i> L.	FIL PYR
<i>Galium aparine</i> L.	GAL APA
<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv.	GAU FRA
<i>Geranium molle</i> L.	GER MOL
<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Dum.	HED CRE
<i>Holcus setiglumis</i> Bois. et Reut.	HOL SET
<i>Hordeum murinum</i> L.	HOR MUR
<i>Hypochoeris glabra</i> L.	HYP GLA

<i>Hypochoeris radicata</i> L.	HYP RAD
<i>Isoetes histrix</i> Bory.	ISO HIX
<i>Jasione montana</i> L.	JAS MON
<i>Juncus bufonius</i> L.	JUN BUF
<i>Juncus capitatus</i>	JUN CAP
<i>Lamarckia aurea</i> (L.) Moench	LAM AUR
<i>Lathyrus latifolius</i> L.	LAT LAT
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Merat.	LEO TAR
<i>Leontodon tuberosus</i> L.	LEO TUB
<i>Linum narbonense</i> L.	LIN NAR
<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson et Germ.	LOG GAL
<i>Lolium perenne</i> L.	LOL PER
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	LOL RIG
<i>Lotus conimbricensis</i> Brot.	LOT CON
<i>Lotus subbiflorus</i> Lag.	LOT SUB
<i>Medicago polymorpha</i> L.	MED POL
<i>Mibora minima</i> (L.) Desv.	MIB MIN
<i>Miosotis</i> sp.	MIO SP.
<i>Moenchia erecta</i> (L.) P.Gaert., Meyer et Scherb.	MOE ERE
<i>Molineriella minuta</i> (L.) Rouy	MOL MIN
<i>Muscari comosum</i> (L.) Miller	MUS COM
<i>Ornithopus compressus</i> L.	ORN COM
<i>Ornithopus pinnatus</i> (Miller) Druce	ORN PIN
<i>Paronychia argentea</i> Lam.	PAR ARG
<i>Petrorhagia nanteuillii</i> (Burnat) P.W.Ball.et Heywood	PET NAN
<i>Phalaris aquatica</i> L.	PHA AQU
<i>Plantago bellardii</i> All.	PLA BEL
<i>Plantago coronopus</i> L.	PLA COR
<i>Plantago lagopus</i> L.	PLA LAG
<i>Plantago lanceolata</i> L.	PLA LAN
<i>Poa annua</i> L.	POA ANN

<i>Poa bulbosa</i> L.	POA BUL
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L.	POL TET
<i>Psilurus incurvus</i> (Gouan) Shinz et Thell.	PSI INC
<i>Pulicaria paludosa</i> Link.	PUL PAL
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	RAN BUL
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	RAP RAP
<i>Rumex acetosella</i> L.	RUM ACE
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	RUM BUC
<i>Rumex pulcher</i> L.	RUM PUL
<i>Sanquisorba minor</i> Scop.	SAN MIN
<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	SCO MUR
<i>Scorpiurus vermiculatus</i> L.	SCO VER
<i>Senecio vulgaris</i> L.	SEN VUL
<i>Sherardia arvensis</i> L.	SHE ARV
<i>Silene gallica</i> L.	SIL GAL
<i>Spergula arvensis</i> L.	SPE ARV
<i>Spergularia purpurea</i> (Pers.) G. Don fill.	SPE PUR
<i>Stipa capensis</i> Thunb.	STI CAP
<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevski	TAE CAP
<i>Teesdalia coronopifolia</i> (J.P. Berg.) Thell.	TEE COR
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	TOR NOD
<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertner.	TOL BAR
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	TRI ANG
<i>Trifolium arvense</i> L.	TRI ARV
<i>Trifolium bocconeii</i> Savi.	TRI BOC
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	TRI CAM
<i>Trifolium cernuum</i> Brot.	TRI CER
<i>Trifolium cherleri</i> L.	TRI CHE
<i>Trifolium glomeratum</i> L.	TRI GLO
<i>Trifolium scabrum</i> L.	TRI SCA
<i>Trifolium stellatum</i> L.	TRI STE
<i>Trifolium striatum</i> L.	TRI STR

<i>Trifolium subterraneum</i> L.	TRI SUB
<i>Trifolium suffocatum</i> L.	TRI SUF
<i>Trifolium tomentosum</i> L.	TRI TOM
<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	TUB GUT
<i>Veronica arvensis</i> L.	VER ARV
<i>Vicia benghalensis</i> L.	VIC BEN
<i>Vulpia bromoides</i> (L.) S.F. Gray (*)	VUL BRO
<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	VUL CIL
<i>Vulpia geniculata</i> (L.) Link	VUL GEN

(\*) Dentro de esta denominación se incluyen tres especies: *Vulpia bromoides* (L.) S.F. Gray; *Vulpia muralis* (Kunth) Nees y *Vulpia myuros* (L.) C.C. Gmelin. Estas tres especies no han podido ser diferenciadas en los censos realizados, debido a la dificultad que entraña su identificación (ver Paunero, 1964).

APENDICE IV.

Matrices de especies e inventarios realizados en mayo de 1983, 1984 y 1985 en las 23 parcelas estudiadas.

C: Castilblanco.

P: El Pedroso.

CA: Cazalla.

C-A: Cazalla-Almadén.

V: Villanueva.

finchas		C					P							CA				C-A				V					
spp		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2			
ABG	NEG	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0	2	0	1	0	0	0	0			
AGR	POU	8	52	0	11	22	94	0	7	3	4	0	3	13	7	14	0	0	2	4	6	14	13	13	0		
ANA	ARV	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
AND	INT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ANI	LOT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0		
AVE	BAR	0	18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
BIS	FEL	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
BRA	DIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0		
BRO	WOR	0	0	25	1	4	15	4	0	0	0	0	2	0	33	0	2	1	1	0	0	0	9	0	0		
BRO	MAD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
BEL	TRI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
CHA	MIX	10	23	5	12	133	22	0	14	9	3	4	18	31	5	1	4	6	2	1	0	0	0	5	9	14	
CHA	NOE	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	
COL	MYC	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	2	1	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CRE	CAF	1	10	95	12	43	0	3	7	18	13	1	3	18	6	45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COR	TEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CYN	DAC	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	
CER	GLO	0	0	0	0	5	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CHA	EAS	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	
CUS	SP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
DIP	CAT	0	0	0	12	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
ECH	PLA	0	0	0	1	0	3	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1	0	
EEY	CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
EVA	PIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
EUP	EXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
ERO	CIC	1	3	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
HED	CRE	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
EIL	BYR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	1	0	0	0	
GAL	APA	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GAU	EPA	1	5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	5	0	3	5	0	0	5	1	4	2	3	0	0	
GER	HOL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HYP	GLA	2	2	0	1	0	0	2	2	3	0	0	4	1	0	0	4	2	0	0	0	0	0	7	2	2	
JAS	MON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
LEO	TAR	4	5	2	3	5	0	6	1	1	7	3	6	2	4	2	6	2	2	1	5	6	8	1	2	5	
LOL	RIG	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LIN	NAR	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LOT	SUB	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	
LOT	CON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
LOG	GAL	3	12	0	0	1	0	3	0	2	8	2	5	4	3	1	2	1	5	1	0	2	3	4	1	2	0
NED	PUL	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
ORN	COM	0	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	2	7	1	4	2	0	4	0	0	1	0	0	
ORN	PIN	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	
POA	BUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PLA	BEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PLA	LAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PLA	LAG	0	5	1	1	7	0	0	1	0	0	0	6	1	6	1	0	0	1	2	5	4	4	0	0	0	
PLA	COX	0	2	0	0	1	0	5	4	2	3	2	9	1	5	1	9	0	0	3	0	0	0	2	0	9	
PSI	INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
AIR	CAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
POL	TET	0	0	0	2	4	3	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	1	0	0	0	
PUL	PAL	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
PAR	ARG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PHA	AGU	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
RAP	RAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
RUM	PUL	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	6	5	1	2	0	0	0	5	0	0	0	







1985

finchas spp	C						P						CA				C-A				V		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
AEG NEG	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
AGR POU	5143	4689	3054	9998	999	999	937	977	70	117	0	433	498	243	20	0	0	0	0	0	0	0	0
ANA ARV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
AND INT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0	5	1	0	1	0	0	0	0
AVE BAR	058	2	2	7	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0
BRA DIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0	7	2	5	0
BRO WOR	8	540	820	22	4	0	0	0	0	5	0	14	0	2	3	2	0	0	0	0	33	0	0
BRO MAD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4	0	0	2	2	0	0	0
BEL TRI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CHA MIX	1617	315	4	5	0	5	7	0	116	114	0	0	4	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
CHA NOB	12	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COL NYC	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CRE CAP	0	313	155	915	0	1	5	1	1	53	0	10	7	1	1	9	915	7	317	0	0	0	0
CRE VES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CON ARV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CYN DAC	0	033	3	06	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	12	0	0	2	0	0	0	0
CER GLO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	7	0	0	3	0	0	0
CHA EAS	0	0	0	0	0	0	28	8	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ECH PLA	0	3	1	5	0	3	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	4
ERI CAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	5	0	0	0	0
EVA FIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
EUP EXT	1	2	0	0	4	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0
ERO DIC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HED CRE	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
GAL APA	0	0	0	346	3	0	0	0	0	0	8	0	10	1	0	0	2	312	3	5	0	0	0
GAU ERA	1019	1	1	5	0	11	3	0	0	1	6	512	11	1	0	6	935	23	3	0	0	0	0
GER MOL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
HYP GLA	2	0	0	0	5	4	0	2	0	0	0	4	1	0	0	0	4	3	0	0	2	9	7
HOL SET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	113	0	0	0	0	0	0	0
JAS MON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0
LEO TAR	1421	6	1	9	3	1	419	212	113	915	25	524	1338	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0
LOL RIG	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
LIN NAR	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LOT SUB	0	7	0	0	1	2	1	5	0	0	3	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	5
LOT CON	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
LOG GAL	0	4	0	0	8	0	0	1	8	3	4	0	3	4	1	1	0	310	0	1	0	0	0
MED PUL	713	9	6	712	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	26	0	0
ORN COM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	4	1	2	0	0	15	28	0
ORN PIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
POA BUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0
PLA BEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLA LAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PLA LAG	9	6	0	3	6	0	0	0	0	0	1	0	14	0	1	0	3	1	0	0	1	0	0
PLA COR	0	0	0	5	0	1	1	127	2028	16	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
PSI INC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	12	0	4	0	0	0
AIR CUP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	11	0	0	7	4	1	0	0	0
POL TET	1	0	0	5	914	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
PUL PAL	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	0	0	0	0
PAR ARG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PEI NAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
RAP RAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RUM BUC	1	2	6	118	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
RUM ACE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	2	0	2	0	0	6	0	0
SPE PUR	3	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	3	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0
SAN MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	5	4	2	0	0	0	0



#### APENDICE V.

Frecuencia por especies en cada parcela y año en los inventarios realizados a lo largo del ciclo anual. 1: final de noviembre; 2: final de diciembre; 3: final de febrero; 4: mediados de abril; 5: final de mayo. Para cada inventario se diferencia el estado fenológico.

a: vegetativo.

b: floración.

c: floración y fructificación.

d: fructificación.

e: marchitez.

f: muerte antes de la floración.

CASTILBLANCO/ PARCELA 4/ 1982-83.

		2					3					4					5							
		a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e
CHA FUS	3						8						1	2	2									
CHA MIX	2						6						9	4					1	2	1			
LOG GAL	1																							
CRE CAP	33						35						31						3	5	4	5	1	1
AGR POU	6						5						3						2	9				
MOL MIN	13						12	1	2				7	5										29
VUL BRO	4						12						12				5			3				4
VUL GEN	5						8													6				1
POA ANN	7						5	1	1				2	2			4							
BRO HOR	1						1						1							1				
AVE BAR																				1				
TOL BAR	1																							
LEO TAR	2												2							1				1
MED POL	4						5						1								1			
DIP CAT	11						11	5	1										4	1	7	1	3	
ERO CIC	26						9	5	2	1			1							1				
SIL GAL	1						2													1				
TUB GUT	1																							
SPE ARV	8						10	9	1					1				6						
SPE PUR	3						7							4						14		4		
PLA LAG	1																			1				
POL TET	10						8	1	2					14						12				
CER GLO	9						7	2						1				4						
ECH PLA																				1				
TRI GLO	18						18						10											
TRI CHE	2						2						1											
LOT SUB							2																	

CASTILBLANCO/ PARCELA 4/ 1983-84

	2						3						4						5							
	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f		
TRI GLO	6					11						26	1											80		
MED POL	3					2						9												13		
TRI SUB	1					1						1	1											3		
TRI TOM																							1			
LOT CON												1												10		
TRI CER																							3			
TRI BOC												4												12		
LOT SUB																							3			
CRE CAP	49					57	1					35												53		
HYP GLA	3																						1	1	1	
TOL BAR						1																				
LEO TAR						4						5												5		
CHA MIX	6					9						10												22		
CHA FUS	4						6						5	2												
SPE ARV	3	2						3					4													
SPE PUR	2					1						1											4			
ECH PLA	2					4						4											10			
POL TET	7					6							6											3		
PLA LAG	3					2						1											3			
PLA COR												1											1			
SIL GAL	1											3											1			
DIP CAT	1													4									1			
CER GLO	4					5							2												1	
ERO CIC	1						1	1							2											
RUM BUC													1													
GAL APA																						1				
CYN DAC																						2				
BRO HOR	1											1										2		1		
POA ANN	12	6				31	2				1		3			2										
AGR POU	8					3						16										42				
MOL MIN	22					38							54												36	
VUL BRO	18					17	1						23	5									2		69	
VUL GEN	16					17						15										35				
LOL RIG																						2				
GAU ERA																						1				

CASTILBLANCO/ PARCELA 4/ 1984-85.

	1						2						3						4						5											
	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f						
VUL BRO	22						32						43						165						6						46					
VUL GEN	15						19						29						44						51											
AGR POU	5						20						44						38						89											
LOL RIG							1												1						2											
BRO HOR	3						6						7						8 4						8											
MOL MIN	4						7						1310						52												13					
GAU FRA																									1											
VUL CIL																															1					
CYN DAC													1						2						3											
AVE BAR																									2											
POA ANN	9						1611						121						5						1						1					
TRI CER																															2					
TRI GLO	1						3						5						11						7											
TRI CAM	3						4						3						2						8											
TRI BOC																									1											
TRI TOM																									2											
TRI SUB	3						2						2 4												9						1					
MED POL							1						2						3 4												6					
CAR RAC							1												2						7											
CRE CAP	2						8						4						4						15											
LEO TAR							3						2						1						1											
PUL PAL																									1											
CHA MIX							4						3 1						4						15											
CHA FUS	1						5						3 4						7																	
GAL APA																															3					
POL TET							2						1						2						5											
ECH PLA							1						1						2						5											
RUM BUC	1						2						1																		1					
PLA LAG							1						2						1						3											
SPE PUR													1						1						2											
PLA COR							1						2						1						5											
DIP CAT							5																		1											
ERO CIC																									4											
SIL GAL							1						2						1																	
CER GLO	1						3						3												1											
VER ARV													1																							







EL PEDROSO/ PARCELA 1/ 1982-83.

	2						3						4						5					
	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f
TRI BOC	1						1						1									1		
TRI GLO	3						4						4									3		
TRI SUB	1						2						2									2	2	2
TRI CAM	2						3						3											
TRI ARV	1						1						1											
LOT SUB							3						1									3		
ORN COM							1															2		
GAU FRA																						3		
LEO TUB													1											
LEO TAR	3						2						4	1								5	1	
TOL BAR													1									1		
BEL ANN													1											
CRE CAP	12						17						21									136		
HIP GLA																						2		
CHA MIX	7						11						11									20		
LOG GAL	2						7						3									3		
ECH PLA	1						1						1											
TUB GUT	8						12						15									4	228	
ERO BOT	1						2						2											1
ERO CIC																								
SPE ARV	9						710						1	4	4	7	6							
SPE PUR	16						30						2911									37	3	3
PLA LAG							1						1											
PLA COR	2												3									5		
CER GLO	1						1																	
MOE ERE																						1	1	
VUL CIL																								
VUL BRO	7						7						2	2								5		
VUL GEN	2						3						2									4		
ISO HIS	2																							
AGR POU	24						28						31									733		
CHA FAS	2						2						2									3		
BRO HOR							1						2									4		
POA ANN	6						312															3		



EL PEDROSO/ PARCELA 1/ 1984-85.

	1						2						3						4						5					
	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f
AGR POU	39						79						87						89						99					
CHA FAS	3						8						14						10						28					
VUL BRO	1						5						9						4	4					8	4				24
VUL GEN							2						4						2						2					
BRO HOR							3						4						4						1					3
GAU FRA	2						9						10						11						11					
POA ANN	31						537			2		24	6																	
LEO TAR																														1
TOL BAR													1						1											
BEL ANN							1							1																
TRI CAM	3						7						13						15						57					
TRI CER							2						6						6						8					
LOT SUB																									1					
TRI SUB							2						1								2									
PLA COR	2																								1					
TUB GUT	5						1						6						1						11					
CER GLO	5						7						8										1							
ISO HIS	6						16						19						1											
JUN BUF													4						2	4										
CRA TIL													1																	
MOE ERE													1																	
CHA MIX	1																													
LOG GAL	3																													





EL PEDROSO/ PARCELA 7/ 1984-85.

	1						2						3						4						5											
	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f						
AGR POU	45						83						85						56						14	70										
VUL BRO	9						17						26						19						4	8										25
VUL CIL	3						6						9						4	7										1						11
GAU FRA	2						4						3						4											5						5
AVE BAR	3						5						3							4										5						2
STI CAP													1							1										2						1
VUL GEN	2						3						5						6											1						
POA ANN	14						23			1			10			8																				
MIB MIN	2						4						7																							1
ORN COM																																				
TRI CAM	1						3						4						2																	
LOT SUB																			1																	
TRI SUB	2						2						1	1							3															
TRI GLO																			1																	
TRI BOC													1																							
AND INT																																				2
TOL BAR	4						19						21						19												29					6
LEO TAR	5						9						14						7	6											6	6				1
CRE CAP	6						21						24						20												29					1
COL MIC	1						5						3						1												1					1
HYP GLA	3						1						3							2											1					1
LOG GAL	9						11						4						7												3					3
RUM BUC	2						2						1	6						5											3					3
CHA MIX													1																		1					1
POL TET	4						2						2							1											1					2
SAN MIN	1						1						2							2																
SIL GAL	2						1						1																							3
ANA ARV																				1																
SPE ARV							1	2													1															
CER GLO	6						8						1	1																	1					
BEL ANN	1						5						4							2																
TUB GUT																			2																	
ISO HIS	1						2						2																							
TEE COR							4																													1
PLA LAG													1																							
GER MOL	1																																			
CRA TIL	1																																			
CHA FUS	1						4						4																		1					
MOE ERE							1	2																												

























CASTILBLANCO/ PARCELA ARBOL/ 1984-85.

			1						2						3						4						5									
			a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f				
PHA	AQU	27						61							67														80							74
LOL	PER	15						16							32													55							71	
HOR	MUR	9						10							7													19							21	
LOL	RIG	3						6							5													5							5	
GAU	FRA	4						4							3													8							9	
BRO	MAT	4						4							3													8							9	
AEG	NEG																											1							1	
BRO	HOR	2						2							1													4							4	
VUL	BRO	1						1							1													2							6	
VUL	GEN	5						5							6													6							22	
POA	ANN							1	1						8												16							1		
MOL	MIN	1						1							2																					
RUM	PUL	7						7							2													6							3	
TRI	SUB	2						1							2													1							11	
CAR	RAC																																		2	
PLA	LAG							1							2													1							1	
PLA	LAN																											1							4	
BRA	NIG	1													1													3							1	
RAN	BUL	3													3													3								
GER	MOL																																			
LEO	TUB	3						7							4													1								
LEO	TAR	1						1							2													3								
SIL	GAL							1																				1								
CHA	FUS	1						1																											1	
CER	GLO	1																																		



EL PEDROSO/ PARCELA ARBOL/ 1984-85.

	1						2						3						4						5					
	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f
VUL GEN	27						23						21						51						94					
VUL BRO	3						3						3						6						11					
BRO MAD	33						53						62						58						66					
BRO RUB							1						1						1						1					
BRO HOR	1						2						2						2						2					
GAU FRA	4						6						8						7						8					
AGR POU																			1						1					
HOR MUR	1						2						2						2						2					
POA ANN																														
ARI VUL	6						19						9	1					7		4									
RUM ANG							1						1						2						3					
BRI MAX													1												1					



# UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Reunido el Tribunal integrado por los abajo firmantes en el día de la fecha, para juzgar la Tesis Doctoral de

D. Fernando Ortega Alegre  
titulada "Cambios temporales de los pastos anuales mediterráneos de la Sierra Norte de Sevilla en relación con el régimen de precipitación".  
acordó otorgarle la calificación de APTO "Cum Laude"

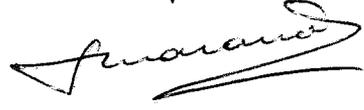
Sevilla, 14 de Septiembre 1987

El Vocál,

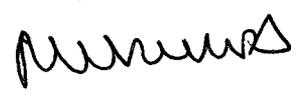


El Presidente

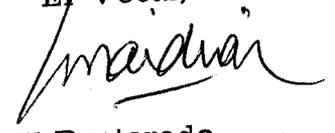
El Vocal,



El Secretario,



El Vocal,



El Doctorado,



UNIVERSIDAD DE SEVILLA



600672506