

**UNIVERSITAT DE LLEIDA**

**Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal**

**EL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN  
COMUNIDADES PRATENSES DE MONTAÑA,  
CON DISTINTOS REGÍMENES DE  
GESTIÓN AGRÍCOLA**



 **Universitat de Lleida**  
**Registre General**

**21 MAIG 1998**

**E:** 1995 **S:**

**RAMÓN J. REINÉ VIÑALES**

**Mayo, 1998**

## VI. PERSISTENCIA DE LAS SEMILLAS EN EL SUELO Y CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES

### VI.1. INTRODUCCIÓN



## CAPÍTULO VI PERSISTENCIA DE LAS SEMILLAS EN EL SUELO Y CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES

**Foto página anterior:** Estimación del banco de semillas de los prados pirenaicos. Plántulas extraídas de la cámara de germinación y trasplantadas para su identificación en estado adulto.

## VI. PERSISTENCIA DE LAS SEMILLAS EN EL SUELO Y CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES

### VI.1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que la mejor forma de conocer la longevidad de las semillas en el suelo es a partir de ensayos de inhumación (Thompson *et al.*, 1997), también es posible estimar esta persistencia comparando la composición taxonómica de la vegetación establecida con la del banco de semillas muestreado a dos niveles, uno superficial y otro en profundidad. Este método indirecto ha sido propuesto y satisfactoriamente utilizado por Bakker (1989); Thompson (1992 y 1993) y Thompson *et al.* (1997); y permite clasificar las especies en tres categorías: transitorias, persistentes a corto plazo y persistentes a largo plazo.

Como es sabido, las prácticas culturales persiguen una mejora de las situaciones pobres en nutrientes para la obtención de mayores producciones. En ocasiones, las plantas adultas asociadas a estos medios pobres, fueron las primeras en desaparecer tras la intensificación, y en la actualidad son las más deseadas para recobrar desde el punto de vista conservacionista. Por ello las semillas persistentes a largo plazo tienen un especial interés en los recientes intentos de recuperación de la flora aérea de estas comunidades, a partir de las semillas enterradas en el suelo (Bakker, 1989; Poschlod *et al.*, 1991).

Diversos autores coinciden en afirmar que en comunidades herbáceas tan densas como las estudiadas, el éxito en la regeneración a partir de las especies presentes en el banco de semillas dependerá del grado de perturbación que sufra la vegetación establecida (Grubb, 1977; Fenner, 1985; Rice, 1989). Es oportuno, por lo tanto, la identificación de distintos grupos funcionales dentro de la flora de una comunidad para conocer su respuesta a las perturbaciones (Grime, 1979). Entre estas agrupaciones, las basadas en el modo de dispersión de las semillas y en la forma biológica de las especies son las más adecuadas para alcanzar esta finalidad (Mcintyre *et al.*, 1995).

Según Collins y Uno (1985), la dispersión de las semillas presenta varias ventajas para las especies pratenses: proporciona el movimiento de la semilla lejos de la planta madre, donde las posibilidades de predación son mucho mayores y la competencia con los vástagos vegetativos es muy fuerte; sitúa a las semillas en microambientes favorables para la germinación (Harper, 1977), impredecibles tanto espacial como temporalmente; y las desplaza a lugares recientemente alterados.

En lo que respecta a las formas biológicas, los terófitos son mayores productores de semillas (Grime *et al.*, 1988), y parecen a priori más asociados a las perturbaciones que los hemicriptófitos y otras formas presentes en la flora pratense.

En el presente capítulo, con la clasificación de las especies identificadas tanto en el banco como en la vegetación de las distintas comunidades, según su persistencia en el suelo, su modo de diseminación, su forma biológica y su ecología funcional, se pretende conocer qué grupos resultan más beneficiados por los modos de gestión ganadera de las dos series de vegetación estudiadas.

### VI.1.1. Objetivos

- \* Clasificar las especies de cada comunidad según la persistencia de sus semillas en el suelo, comparando las diferencias que originan los distintos manejos agrícolas.
- \* Clasificar las especies del banco de semillas y de la vegetación establecida de las distintas parcelas según su ecología, analizando la variación causada tanto por el manejo ganadero como por la profundidad muestral del banco en dichos grupos ecológicos.
- \* Ordenar las especies del banco y de la vegetación con arreglo a sus formas biológicas, cuantificando las diferencias entre estos grupos a lo largo del gradiente de gestión ganadera de las dos series de vegetación. Examinar del mismo modo las formas biológicas presentes en los dos horizontes muestrales del banco.
- \* Agrupar los taxones de la vegetación aérea y del banco de acuerdo con el tipo de dispersión de sus semillas, estudiando al igual que en los otros casos las diferencias que se pudieran originar entre las distintas comunidades y entre las dos profundidades estudiadas del banco.

## VI.2. MATERIAL Y MÉTODOS

El muestreo y la estimación del banco de semillas del suelo de las comunidades pirenaicas y alpinas se efectuó tal y como se ha descrito en el apartado *III.2. Material y Métodos*, y la vegetación aérea según se especificó en el apartado *IV.2. Material y Métodos*.

La presencia de especies en la vegetación y/o en los dos horizontes muestrales del banco permitió su clasificación en tres grupos: *especies transitorias*, *especies persistentes a corto plazo* y *especies persistentes a largo plazo*. Las primeras permanecen en el suelo un periodo inferior a un año, las segundas entre 1 y 5 años y las terceras más de 5 años (Bakker, 1989; Thompson, 1992; Thompson, 1993; Thompson *et al.*, 1997). Este mismo proceder ha sido utilizado en Bakker *et al.* (1991) y en Bakker *et al.* (1996), hasta que en Thompson *et al.* (1997), se recomienda el uso de la clave dicotómica que reproducimos en la Figura 29, y que ha servido por lo tanto como criterio de agrupación de los taxones identificados en esta memoria. Se ha incluido un cuarto grupo denominado *especies sin clasificar* con los taxones con menos de tres semillas en el volumen de suelo muestreado o con frecuencias de aparición en la vegetación establecida inferiores al 10%, por considerarlos carentes de importancia ecológica en el conjunto de la comunidad.

Cada especie fue asignada a un grupo ecológico según el nivel de nutrientes de su hábitat, para ello se utilizaron los índices de nitrógeno de Ellenberg (Ellenberg, 1979). Dichos índices varían del 1 al 9, las clasificadas por Ellenberg con números del 1-3 se agruparon en esta memoria como especies con *nivel bajo en nutrientes*, del 4-6 como *nivel medio en nutrientes*, y del índice 7-9 se clasificaron como *nivel alto en nutrientes*. En el caso de los prados pirenaicos el primer grupo es habitual que se incluyan en la Alianza *Xerobromion erecti*, las segundas en el *Mesobromion erecti* y la tercera en el *Arrhenatherion elatioris*. Otros taxones no se clasificaron en

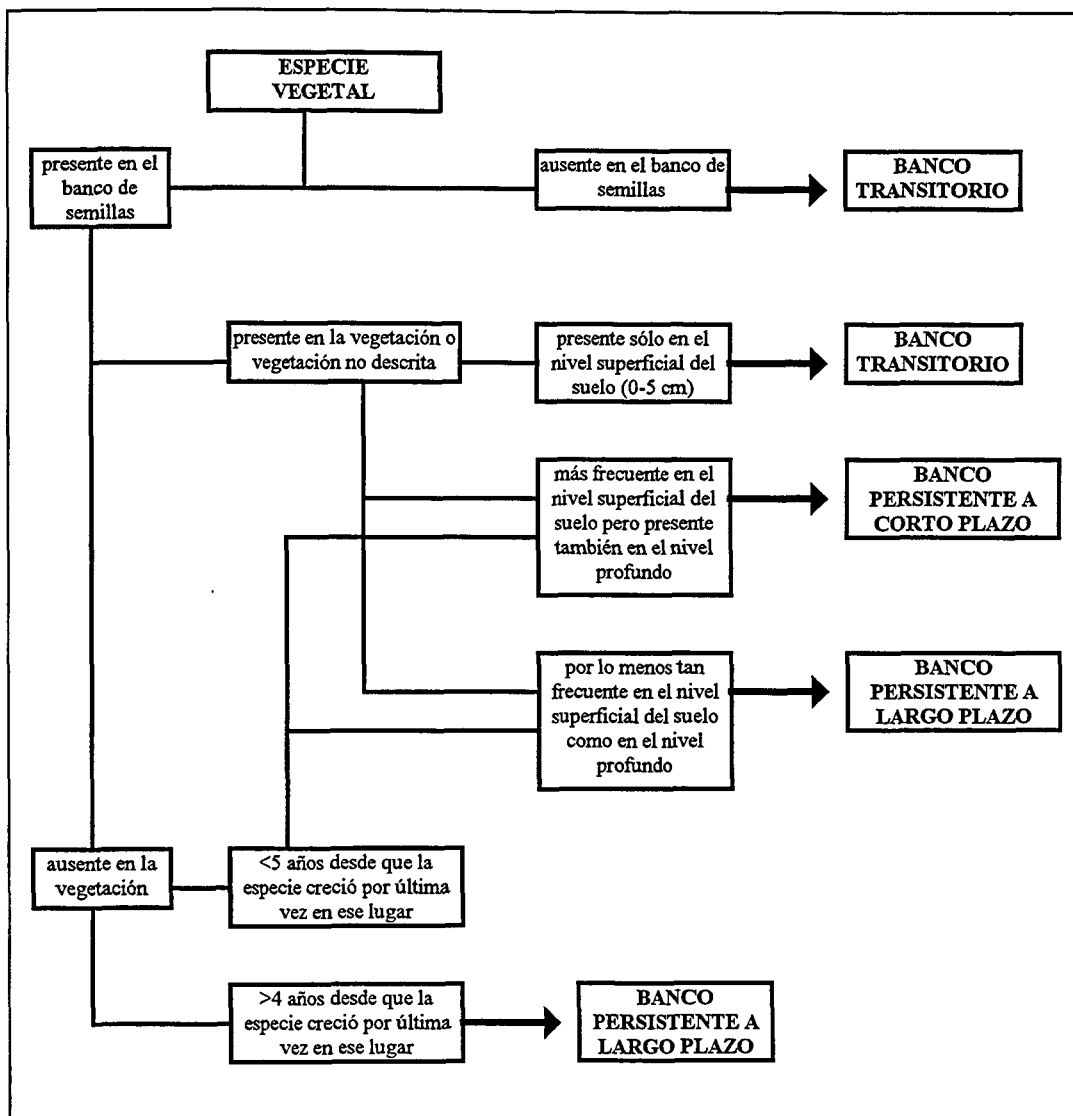


Figura 29: Clave dicotómica para clasificar las especies según el tipo de banco de semillas que forma en el suelo. Válida solamente para las especies enterradas en el suelo de forma natural (Thompson *et al.*, 1997).

ninguno de estos tres grupos, bien por ser conocida su indiferencia ante el estado en nutrientes de su hábitat, o porque no se encontró información sobre ellos en la bibliografía. A este reducido grupo de especies se las clasificó como *indiferentes*. Por último las especies pioneras y ruderales asociadas a las perturbaciones se agruparon con el nombre de *pioneras*, y las herbáceas típicas de claros y orlas de bosque como *orla de bosque*, basándonos en la recopilación de Grime *et al.* (1988). Idéntica ordenación de las especies en estos seis grupos ecológicos funcionales la encontramos en Bekker *et al.* (1997).

Con arreglo al tipo de dispersión de su semillas, las especies se clasifican en tres categorías: *anemócoras*, *zoócoras* y *autócoras*, según sea su agente dispersor el viento, los animales o la propia planta (Strasburguer, 1983). Se consultaron con este fin los trabajos de Molinier y Muller, (1938); Ellenberg (1979); Grime *et al.* (1988) y McIntyre *et al.* (1995).

Con las especies identificadas en el banco y en la vegetación de las nueve comunidades muestreadas, se realizó una última clasificación, esta vez basada en las formas de vida de las

especies (Raunkiaer, 1934). Según el estado en que la planta resiste la estación desfavorable, las especies se agruparon en cinco clases: *terófitos*, *geófitos*, *caméfitos*, *fanerófitos*, y *hemicriptófitos*. En esta ocasión también se consultaron las obras de Ellenberg (1979); Grime *et al.* (1988) y McIntyre *et al.* (1995).

### **VI.2.1. Análisis de los datos**

Tras las diferentes clasificaciones, se calcularon en cada comunidad las frecuencias relativas medias del número de especies de cada uno de los grupos, que se compararon entre los distintos tipos de prados mediante la Prueba H de Kruskal-Wallis (ANOVA por rangos). Cuando una misma categoría de especies mostraban diferencias significativas entre las comunidades, (Prueba de Kruskal Wallis significativa), éstas se separaron con el Test de Comparación Múltiple (no paramétrico) de Tukey. Para cotejar las frecuencias relativas medias del número de especies de los distintos grupos, entre las dos profundidades muestrales del banco de semillas, se utilizó la Test U de Mann-Whitney (ANOVA para dos muestras independientes) (Sokal y Rohlf, 1979; Zar, 1984).

## **VI.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Al final del presente capítulo figuran las Tablas 38 y 39, en las que se pueden observar las especies identificadas en las comunidades pirenaicas y alpinas, con sus respectivas formas biológicas, grupos ecológicos, tipos de dispersión y tipos de banco de semillas.

### **VI.3.1. Persistencia de las semillas en el suelo**

Una vez clasificadas las especies de acuerdo con la clave dicotómica descrita en el apartado anterior, se calcularon los porcentajes de cada uno de los grupos según la permanencia en el suelo de las semillas, obteniéndose los resultados tanto para las especies presentes en la vegetación como para las del banco. En todas las comunidades se encontraron especies pertenecientes a las tres clases descritas: semillas formadoras de *bancos transitorios*, semillas formadoras de *banco persistentes a corto plazo*, y semillas formadoras de *bancos persistentes a largo plazo*. Estos resultados se representaron en las gráficas de la Figura 30 para los prados pirenaicos y en la Figura 31 para los alpinos.

Tras analizar las gráficas se observa que la vegetación de las nueve comunidades estudiadas estuvo dominada por especies formadoras de banco de semillas transitorios, cuya semilla no permanece en el suelo durante un periodo superior a un año. No es de extrañar, por tanto, que este grupo de especies estuviera mínimamente representado en el banco de semillas, mayoritariamente compuesto por especies formadoras de bancos persistentes. Únicamente las especies formadoras de bancos persistentes a corto plazo tuvieron frecuencias relativas medias tanto en el banco como en la vegetación.

Se apreció cómo la presencia en la vegetación de este grupo de especies con semillas transitorias, descendía significativamente tanto en los prados pirenaicos como en los alpinos,

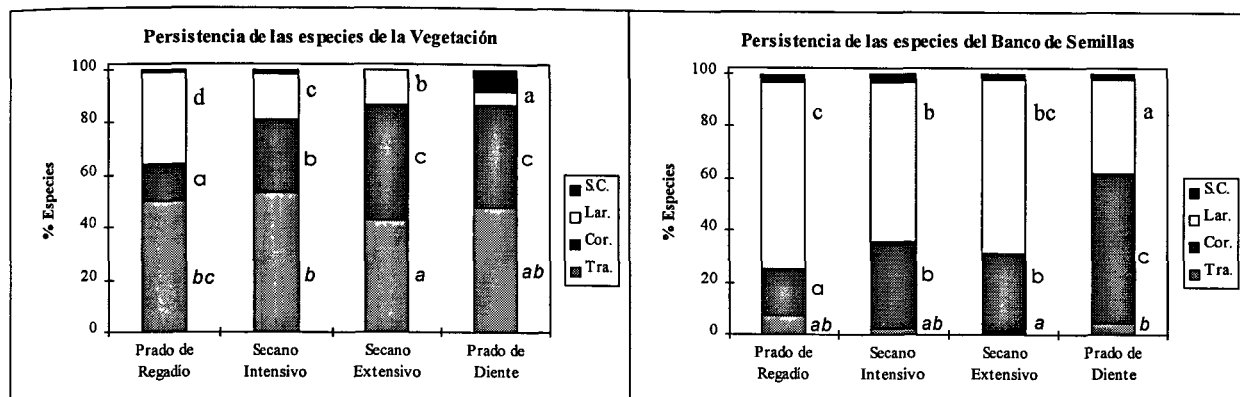


Figura 30: Frecuencias relativas medias del número de especies según la persistencia de sus semillas en el suelo, en las cuatro parcelas estudiadas en Fragen (Pirineos). Las pruebas de Kruskal Wallis entre las comunidades fueron todas altamente significativas ( $n=400$ ,  $p<0,0001$ ). Letras diferentes en los mismos segmentos de los histogramas indican diferencias significativas de ese grupo de especies entre las comunidades (Test no paramétrico de Tukey para una  $p<0,05$ ). Tra. especies formadoras de bancos transitorios, Cor. especies formadoras de bancos persistentes a corto plazo, Lar. especies formadoras de bancos persistentes a largo plazo. SC. especies que no se clasificaron por su escasa abundancia.

conforme el manejo de la comunidad se hacía más extensivo. Paralelamente, se produjo un incremento significativo de las especies formadoras de bancos de semillas persistentes a corto plazo y también, aunque esta vez solamente en los prados pirenaicos, en la vegetación aérea de los prados más extensivos se constató un descenso significativo de las especies formadoras de bancos de semillas persistentes a largo plazo.

En cuanto a las especies identificadas en el banco de semillas, prácticamente en su totalidad como ya se dijo, fueron formadoras de bancos persistentes. De entre ellas, las persistentes a largo plazo en el suelo (por un periodo superior a los cinco años), fueron las más abundantes, si bien en los prados más extensivos de cada serie cedieron su protagonismo a las persistentes a corto plazo en el suelo (entre uno y cinco años), que aumentaron gradualmente de las parcelas más intensivas a las extensivas.

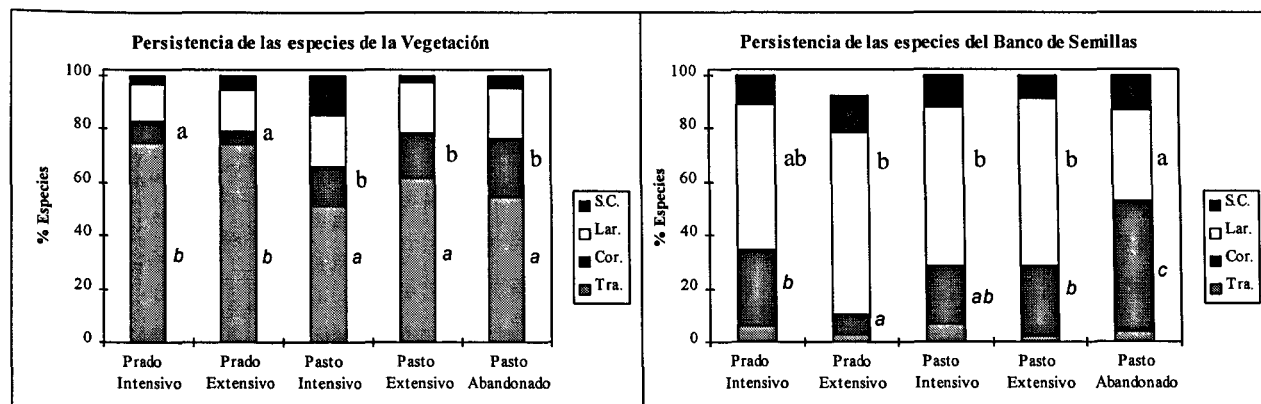


Figura 31: Frecuencias relativas medias del número de especies según la persistencia de sus semillas en el suelo, en las cinco parcelas estudiadas en Innsbruck (Alpes). Las pruebas de Kruskal Wallis entre las comunidades fueron altamente significativas ( $n=125$ ,  $p<0,0001$ ), excepto para el grupo persistente a largo plazo en el análisis de la vegetación ( $p=0,045$ ), y el grupo transitorio en el análisis del banco ( $p=0,038$ ). Letras diferentes en los mismos segmentos de los histogramas indican diferencias significativas de ese grupo de especies entre las comunidades (Test no paramétrico de Tukey para una  $p<0,05$ ). Tra. especies formadoras de bancos transitorios, Cor. especies formadoras de bancos persistentes a corto plazo, Lar. especies formadoras de bancos persistentes a largo plazo. SC. especies que no se clasificaron por su escasa abundancia.



A modo de resumen de estos resultados, podemos comentar cómo en esta ocasión la tendencia de los prados pirenaicos y alpinos fue similar: la extensificación parece incidir del mismo modo sobre estos grupos de persistencia en el suelo, tanto en la vegetación como en el banco de las dos series estudiadas.

En lo que respecta a la clasificación propiamente dicha, cuyos resultados se pueden consultar en las Tablas 38 y 39, se constató que algunas especies formaron el mismo tipo de banco de semillas en todas las comunidades, mientras que otras variaron en cada comunidad. Basta analizar los siguientes ejemplos: En las comunidades pirenaicas *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens* y *Festuca pratensis* se comportaron en todos los prados como especies formadoras de bancos transitorios, mientras que *Atriplex patula*, *Medicago lupulina* y *Stellaria media* lo hicieron como formadoras de bancos persistentes a largo plazo. Sin embargo otros taxones cambian de estrategia según la comunidad en la que se trate. Así por ejemplo y continuando en las parcelas de Fragen, *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis* y *Taraxacum officinale* se clasificaron como especies formadoras de banco persistente en el prado de régimen más intensivo, como persistente a corto plazo en los de gestión intermedia y como formadoras de banco transitorio en el prado de diente, de manejo más extensivo.

Similares comportamientos se observan en la Tabla 39, referente a la clasificación de las parcelas alpinas. *Anthoxanthum odoratum* y *Ranunculus montanus* formaron bancos transitorios en todas las parcelas, mientras que por ejemplo *Erica herbacea* y *Potentilla erecta* fueron siempre formadoras de bancos persistentes a largo plazo. Sin embargo *Briza media*, *Carex sempervirens* y *Helianthemum nummularium* en unos prados formaron bancos transitorios, y en otros persistentes, tanto de corto como de largo plazo. Cotejando las conductas de algunas especies comunes en las comunidades pirenaicas y alpinas, también se encontraron diferencias, así *Lotus corniculatus* presente en todas las parcelas estudiadas siempre se comportó como formadora de bancos transitorios, mientras que por ejemplo *Trifolium pratense* en los Pirineos se comporta como persistente y en los prados alpinos como transitoria.

Estas estrategias diferenciales de algunas especies según el tipo de comunidad en la que se encuentren han sido descritos recientemente en un trabajo comparativo de varios prados europeos (Bekker *et al.*, 1997) y también se pueden concluir tras la consulta de la base de datos de Thompson *et al.* (1997). En esta memoria doctoral, se reseña el hecho además con la particularidad que las técnicas de estimación del banco y las fechas de muestreo fueron en todas las parcelas idénticas.

Los resultados expuestos en los párrafos anteriores, vienen a confirmar que pocas especies pratenses parecen tener un banco de semillas persistente a largo plazo (Thompson y Grime, 1979; Donelan y Thompson, 1980; Graham y Hutchings, 1988a; Bakker, 1989; Milberg, 1992). Bakker *et al.* (1996) al igual que en este trabajo, comentan como las especies más características de sus prados tenían una corta vida en el suelo, y concluyen que ante tentativas de regeneración de la vegetación, no se debe confiar en la longevidad de las semillas de las especies deseadas en el suelo.

Thompson (1993) apunta que las semillas persistentes en el suelo son más pequeñas y compactas que las transitorias. Estas últimas son más grandes, pesadas y también planas o elongadas, formas y tamaños que les impide la incorporación al suelo con facilidad. Además de estos atributos físicos, la diferenciación entre semillas transitorias y persistentes también parece tener una base química. Hendry *et al.* (1994), encontraron en las semillas persistentes mayores cantidades de dihidroxifenoles, que probablemente retrasan la descomposición de la semilla por los microbios y la defienden contra herbívoros.

Hemos visto cómo la intensificación en los manejos agrarios tiene efectos directos e indirectos en la longevidad de las especies en estado de semilla en el suelo. Por ejemplo (Howe y Chancellor, 1983) exponen como la fertilización y el drenaje incrementa el contenido en oxígeno y en nutrientes del suelo, factores que afectan a la longevidad de las semillas por producir cambios en las condiciones de almacenamiento de las mismas. En nuestro caso, los manejos agrarios que influyeron más en la persistencia de los distintos grupos, parecen ser los limitantes de la producción de semillas de la vegetación actual: corte y pastoreo intensivo. Moore (1980) y Fenner (1985) apuntan que las comunidades herbáceas más maduras tienen a reducir la longevidad de sus semillas.

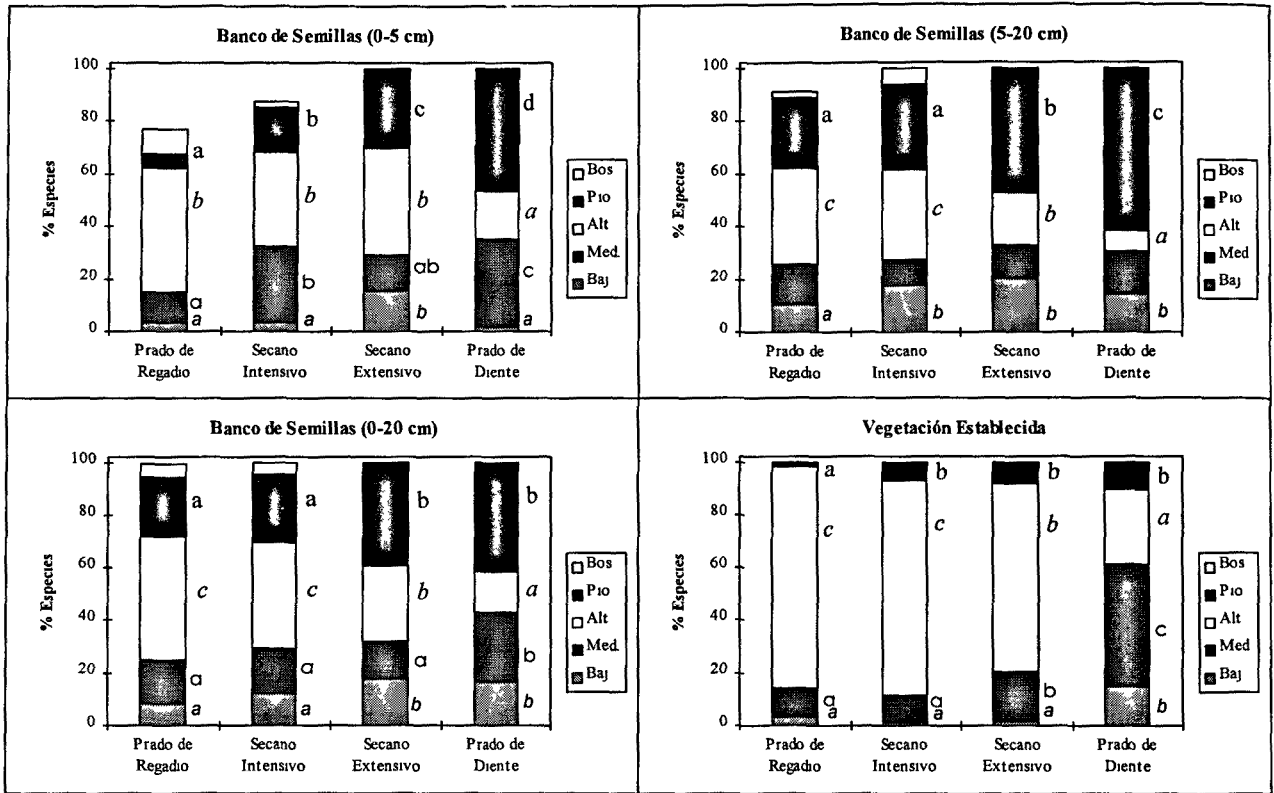
El hecho de que el grupo de especies persistentes a corto plazo tuviera porcentajes muy similares en el banco y en la vegetación de nuestras comunidades, es una característica típica de este grupo de semillas, en las que su banco “persigue” a su vegetación (Bakker *et al.*, 1996). Cuando desaparece la intensificación en el manejo, estas especies aumentan en la vegetación y producen semilla que se incorpora al banco en proporciones significativamente mayores que en las comunidades que sufren corte y frecuentes pastoreos. Estos regímenes extensivos parecen tener mayor proporción de especies debidas al manejo actual (persistentes a corto plazo y por lo tanto más jóvenes) que las que reflejan manejos pasados (persistentes a largo plazo, y por lo tanto más antiguas).

### **VI.3.2. Caracterización ecológica de las especies**

Tras ordenar los taxones en las siguientes categorías ecológicas: especies indicadoras de *nivel de nutrientes bajo*, *nivel de nutrientes medio* y *nivel de nutrientes alto*, especies *pioneras* y especies de *orla de bosque*, se obtuvieron los resultados resumidos en las Figuras 32 y 33. Las especies clasificadas como *indiferentes* no constan en los análisis por hallarse en escasísimas cantidades.

La vegetación de los prados del Pirineo estuvo compuesta mayoritariamente por especies de niveles altos en nutrientes, seguidos del grupo de especies medio en nutrientes. Únicamente en el *prado de diente* las especies medias superaron a las altas. A medida que el grado de extensificación es mayor, encontramos por un lado un aumento de las especies de orla de bosque, un descenso en las especies ricas en nutrientes, y unos incrementos tanto en las especies de condiciones medias como de las bajas en nutrientes.

Siguiendo con el caso pirenaico (Figura 32), el banco de semillas, en sus dos profundidades, presentó mayores contenidos de especies pioneras e indicadoras de niveles bajos



**Figura 32:** Frecuencias relativas medias del número de especies de las distintos grupos ecológicos identificados en el banco de semillas y en la vegetación establecida de las cuatro parcelas estudiadas en Fragen (Pirineos). Letras diferentes en los mismos segmentos de los histogramas indican diferencias significativas de ese grupo ecológico entre las comunidades (Test no paramétrico de Tukey para una  $p < 0,05$ , realizado solamente en las series en las que la prueba de Kruskal Wallis fue significativa;  $n=400$  y  $p < 0,0001$ ). *Baj.* nivel de nutrientes bajo, *Med.* nivel de nutrientes medio, *Alt.* nivel de nutrientes alto, *Pio* especies pioneras, *Bos.* especies de orla de bosque.

de nutrientes que la vegetación, viéndose reducidas por lo tanto las cantidades de especies ricas en nutrientes. Por lo demás, la dinámica de los distintos grupos según el tipo de parcela que se tratara fue similar a la descrita para la vegetación: con la extensificación aumentan las especies pioneras y las indicadoras de situaciones nutricionales bajas y medias, y disminuyen las de niveles altos en nutrientes. El grupo de taxones típicos de orla de bosque no presentó un comportamiento diferenciado en esta ocasión.

En los gráficos de la Figura 33 se ilustran los resultados de las parcelas alpinas, de más difícil interpretación que los pirenaicos. En primer lugar fue destacable que la vegetación estuviera dominada por especies indicadoras de contenidos en nutrientes del suelo bajos y medios. Únicamente el *prado intensivo* incluyó frecuencias relativas elevadas de especies de niveles altos. De la variación de estos grupos según los manejos lo más sobresaliente fue el aumento de las especies de niveles bajos con la extensificación y la disminución de las de niveles altos.

En el banco destacaron las frecuencias relativas de las especies de orla de bosque, que apenas habían aparecido en los prados del Pirineo, junto a éstas, fueron las especies de niveles bajos las más representadas en el banco. Con la extensificación de la gestión ganadera, parecieron incrementarse en el banco las especies indicadoras de condiciones bajas en nutrientes

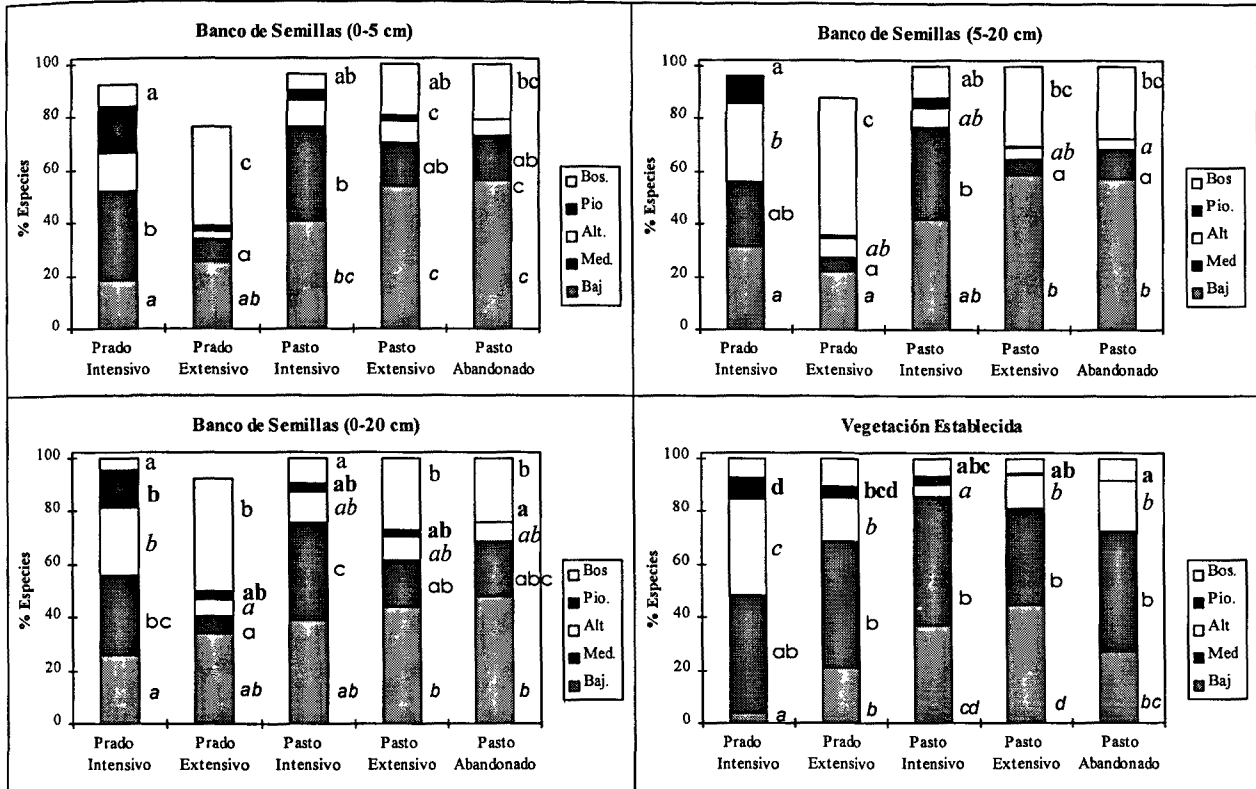


Figura 33: Frecuencias relativas medias del número de especies de los distintos grupos ecológicos identificados en el banco de semillas y en la vegetación establecida de las cinco parcelas estudiadas en Innsbruck (Alpes). Letras diferentes en los mismos segmentos de los histogramas indican diferencias significativas de ese grupo ecológico entre las comunidades (Test no paramétrico de Tukey para una  $p < 0,05$ , realizado solamente en las series en las que la prueba de Kruskal Wallis fue significativa;  $n = 125$  y  $p < 0,0001$ ). *Baj.* nivel de nutrientes bajo, *Med.* nivel de nutrientes medio, *Alt.* nivel de nutrientes alto, *Pio.* especies pioneras, *Bos.* especies de orla de bosque.

y las de orla de bosque, mientras que el grupo de taxones asociados a niveles altos de nutrientes en el suelo tendieron a descender.

Las comparaciones entre las frecuencias relativas de estos grupos de especies en cada una de las profundidades muestrales, constan en las Tablas 32 y 33. En la primera de ellas se observa que en los Pirineos, las especies de nivel bajo en nutrientes y las pioneras, se identificaron en mayor número en la segunda profundidad muestral del banco, mientras que las de nivel alto y

Comunidades Pirenaicas	Frecuencia relativa media del número de especies											
	Prado de Regadío			Secano Intensivo			Secano Extensivo			Prado de Diente		
	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p
Nivel Bajo	3,53	10,67	***	3,33	17,70	****	15,15	20,37	**	1,78	14,35	****
Nivel Medio	11,45	15,26	***	28,91	9,83	***	14,04	12,75	n.s.	33,57	16,34	****
Nivel Alto	46,85	35,83	n.s.	36,00	34,08	n.s.	40,69	19,66	****	18,07	7,56	****
Pioneras	5,42	26,92	****	16,83	32,19	****	30,12	46,55	****	45,91	61,21	****
Orla de Bosque	9,75	2,32	*	1,92	6,20	*	--	0,68	*	0,67	0,53	n.s.

Tabla 32: Comparación de las frecuencias relativas medias del número de especies de los distintos grupos ecológicos, identificados en cada profundidad muestral (comunidades pirenaicas). Prueba de Mann-Withney ( $n = 200$ ;  $p < 0,0001$  \*\*\*\*;  $p < 0,001$  \*\*\*;  $p < 0,01$  \*\*;  $p < 0,05$  \*;  $p > 0,05$  n.s.).

Comunidades	Frecuencia relativa media del número de especies														
	Prado Intensivo			Prado Extensivo			Pasto Intensivo			Pasto Extensivo			Pasto Abandonado		
Alpinas	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p
Nivel Bajo	18,08	31,30	n.s.	25,13	21,67	n.s.	40,70	41,69	n.s.	53,73	58,51	n.s.	56,07	56,93	n.s.
Nivel Medio	33,94	24,80	n.s.	8,93	5,80	n.s.	35,29	35,27	n.s.	16,40	6,28	*	17,00	11,40	n.s.
Nivel Alto	14,51	29,43	n.s.	2,80	6,93	n.s.	9,97	6,70	n.s.	8,33	4,17	n.s.	5,67	4,00	n.s.
Pioneras	17,47	9,80	n.s.	2,33	1,33	n.s.	4,00	3,84	n.s.	2,27	0,59	n.s.	--	--	n.s.
Orla Bosque	8,00	0,67	n.s.	36,80	52,27	n.s.	6,04	12,50	n.s.	19,27	30,47	*	21,27	27,67	n.s.

Tabla 33: Comparación de las frecuencias relativas medias del número de especies de los distintos grupos ecológicos, identificados en cada profundidad muestral (comunidades alpinas). Prueba de Mann-Withney (n=50; p<0,0001 \*\*\*\*; p<0,001 \*\*\*; p<0,01 \*\*; p<0,05 \*; p>0,05 n.s.).

medio tuvieron mayores frecuencias relativas en el horizonte superficial, especialmente en los prados extensivos. Las de orla de bosque unas veces abundaron más en los cinco primeros centímetros de suelo y otras en los quince siguientes, si bien sus frecuencias relativas fueron muy bajas.

En las parcelas alpinas la diferenciación no fue tan nítida como en el caso anterior, únicamente en el *pasto extensivo* las frecuencias relativas de especies de nivel medio fueron mayores en la primera profundidad, mientras que las de orla de bosque estuvieron más presentes en la segunda.

Tras el análisis de los resultados se confirma que la intensificación en el manejo de estas comunidades selecciona la vegetación a favor de las especies propias de hábitats ricos en nutrientes, en detrimento de las de ambientes medios y bajos (Bakker, 1989). Las peculiaridades de manejo del caso alpino, junto con sus condicionantes bióticos (suelos pobres de ladera), hace que esta selección esté más amortiguada, y que en la vegetación dominen las especies de condiciones medias en nutrientes.

Las altas frecuencias relativas de las especies pioneras en los bancos pirenaicos se consideraron normales. Rice (1989) recopila información de varios trabajos sobre bancos de comunidades pratenses con elevadas proporciones de especies oportunistas, que no sólo colonizan posibles perturbaciones de la vegetación actual, sino que también tienen su origen en estas alteraciones. Además, desde los primeros trabajos de Chippendale y Milton (1934); Champness y Morris (1948) y Douglas (1965) se sabe cómo los cambios de uso ocurridos en el pasado, y concretamente el cambio de campo cultivado a prado, se identifica en el banco de semillas por la presencia de un gran número de especies arvenses pioneras en los horizontes profundos del banco. Ya hemos hablado en esta memoria que las parcelas de Fragen se dedicaron al cultivo de cereal, y cómo la transformación a prado se produjo escalonadamente a lo largo de los últimos cincuenta años, comenzando por los prados más próximos al pueblo, en los que el manejo posterior ha sido más intensivo, y terminando en los más alejados, que además de ser sometidos en la actualidad a un manejo extensivo, son los más jóvenes como prados. El incremento gradual de las frecuencias relativas de las especies pioneras con la extensificación de los prados y sus abundancias en el segundo horizonte muestral del banco, quedarían por lo tanto plenamente justificados.

Harper (1977) destaca la importancia genética de este hecho, por lo que llega a decir que el banco de semillas se convierte en un almacén de memoria evolutiva de la comunidad. Cuando una alteración en la vegetación, lleva a la superficie una mezcla de semillas enterradas, la germinación puede resultar en una mezcla de plantas cuyos padres existieron en un amplio rango de tiempo. En estos casos los cruces entre especies podrán amortiguar los cambios genéticos de la población (Silvertown, 1982).

En los bancos de semillas de las parcelas alpinas, en los que no quedan evidencias de su pasado cerealista, las especies pioneras ceden el protagonismo a las de orla de bosque, también ampliamente representadas en el horizonte profundo del banco. En ninguna de las dos series de vegetación estudiadas se cumple la norma habitual en los bancos de semillas herbáceos, según la cual se produce una dominancia de las especies indicadoras de condiciones nutritivas medias (Bekker *et al.*, 1997).

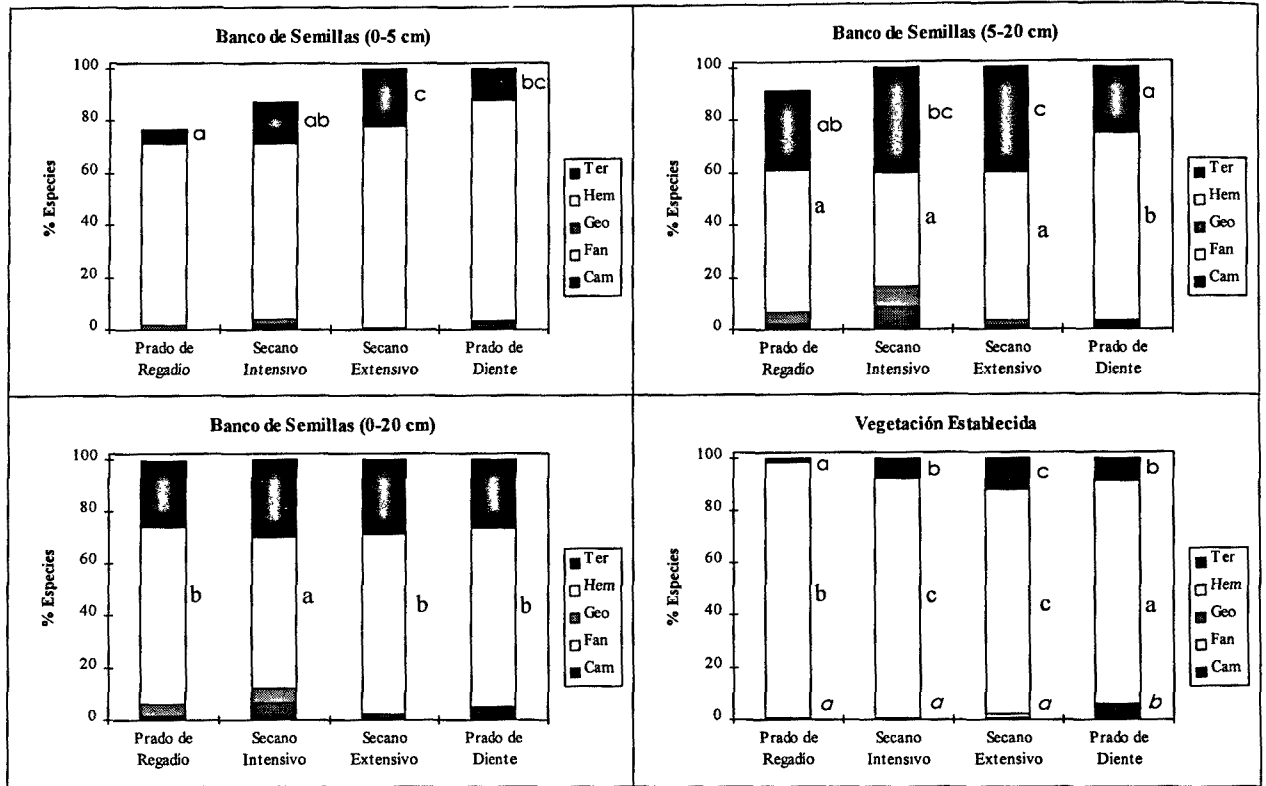
Las especies indicadoras de condiciones nutritivas del suelo medias y bajas, aumentaron en el banco a medida que la intensificación de las comunidades era menor. Es precisamente en estos grupos de especies en los que tienen depositadas esperanzas ciertos autores, para regenerar la depauperada vegetación actual de sus comunidades, tras prolongados periodos de intensificación que han originado pérdidas de las especies de estos dos grupos (Bakker *et al.*, 1996; Bekker *et al.*, 1997). En el caso pirenaico las especies de nivel medio en nutrientes se encuentran mayoritariamente en el horizonte superficial, lo que indica que todavía están siendo producidas en la vegetación de estos prados. No sucede lo mismo con las de niveles bajos, que prácticamente no aparecen en la vegetación, y en el banco son mucho más abundantes en el horizonte profundo.

### **VI.3.3. Formas biológicas de las especies**

Cinco formas de vida diferentes fueron identificadas entre las especies del banco y de la vegetación de los prados pirenaicos (Figura 34): terófitos, hemicriptófitos, geófitos, fanerófitos y caméfitos. En las comunidades alpinas se identificaron tres en el banco de semillas: terófitos, hemicriptófitos y caméfitos, a las que se sumaron algunos geófitos presentes sólo en la vegetación (Figura 35).

La vegetación aérea de los prados de Fragen está compuesta en su gran mayoría por especies hemicriptófitas, con frecuencias superiores al 80% en todos los casos, y algunos terófitos. Con la extensificación de las parcelas las frecuencias relativas de los hemicriptófitos descendieron ligera pero significativamente en favor de los terófitos y de ciertas especies de caméfitos en el *prado de diente*.

En el banco de semillas se redujeron las frecuencias de los hemicriptófitos (aunque todavía estuvieron representados por encima del 50%), en beneficio de los terófitos. Sus porcentajes medios de aparición en cada uno de los cuatro prados de la serie no presentaron grandes diferencias, por lo que resultó difícil apreciar por estos resultados el modo en que estos grupos de especies se vieron afectados por el régimen de gestión ganadera de los prados. Las



**Figura 34:** Frecuencias relativas medias del número de especies de las distintas formas biológicas identificadas en el banco de semillas y en la vegetación establecida de las cuatro parcelas estudiadas en Fragen (Pirineos). Letras diferentes en los mismos segmentos de los histogramas indican diferencias significativas de esa forma biológica entre las comunidades (Test no paramétrico de Tukey para una  $p < 0,05$ , realizado solamente en las series en las que la prueba de Kruskal Wallis fue significativa;  $n=400$  y  $p < 0,0001$ ). *Cam.* caméfitos, *Fan.* fanerófitos, *Geo.* geófitos, *Hem.* hemicriptófitos, *Ter.* terófitos.

especies de geófitos, fanerófitos y caméfitos apenas estuvieron representadas en el banco, además sus frecuencias no presentaron diferencias significativas entre las cuatro comunidades.

Analizando las comparaciones entre los dos niveles de muestreo del banco de semillas, los hemicriptófitos resultaron estar más frecuentemente en los primeros cinco centímetros del suelo, mientras que los terófitos tuvieron preferencias significativas por la segunda profundidad muestral. Caméfitos y fanerófitos también se identificaron en mayor cantidad en esta última profundidad (Tabla 34).

Comunidades Pirenaicas	Frecuencia relativa media del número de especies											
	Prado de Regadío			Secano Intensivo			Secano Extensivo			Prado de Diente		
	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p
Caméfitos	--	1,82	**	1,92	8,70	**	0,33	1,52	*	2,97	2,18	*
Fanerófitos	--	0,20	n.s.	0,25	--	n.s.	--	--	--	--	--	--
Geófitos	1,92	4,79	*	1,83	7,60	***	0,43	1,60	n.s.	0,25	1,17	n.s.
Hemicriptófitos	69,18	54,16	***	67,08	43,68	****	77,35	56,45	****	84,74	71,17	****
Terófitos	5,90	30,03	****	15,91	40,02	****	21,88	40,43	****	12,04	25,47	****

**Tabla 34:** Comparación de las frecuencias relativas medias del número de especies de las distintas formas biológicas, identificadas en cada profundidad muestral (comunidades pirenaicas). Prueba de Mann-Withney ( $n=200$ ;  $p < 0,0001$  \*\*\*\*;  $p < 0,001$  \*\*\*;  $p < 0,01$  \*\*;  $p < 0,05$  \*;  $p > 0,05$  n.s.).

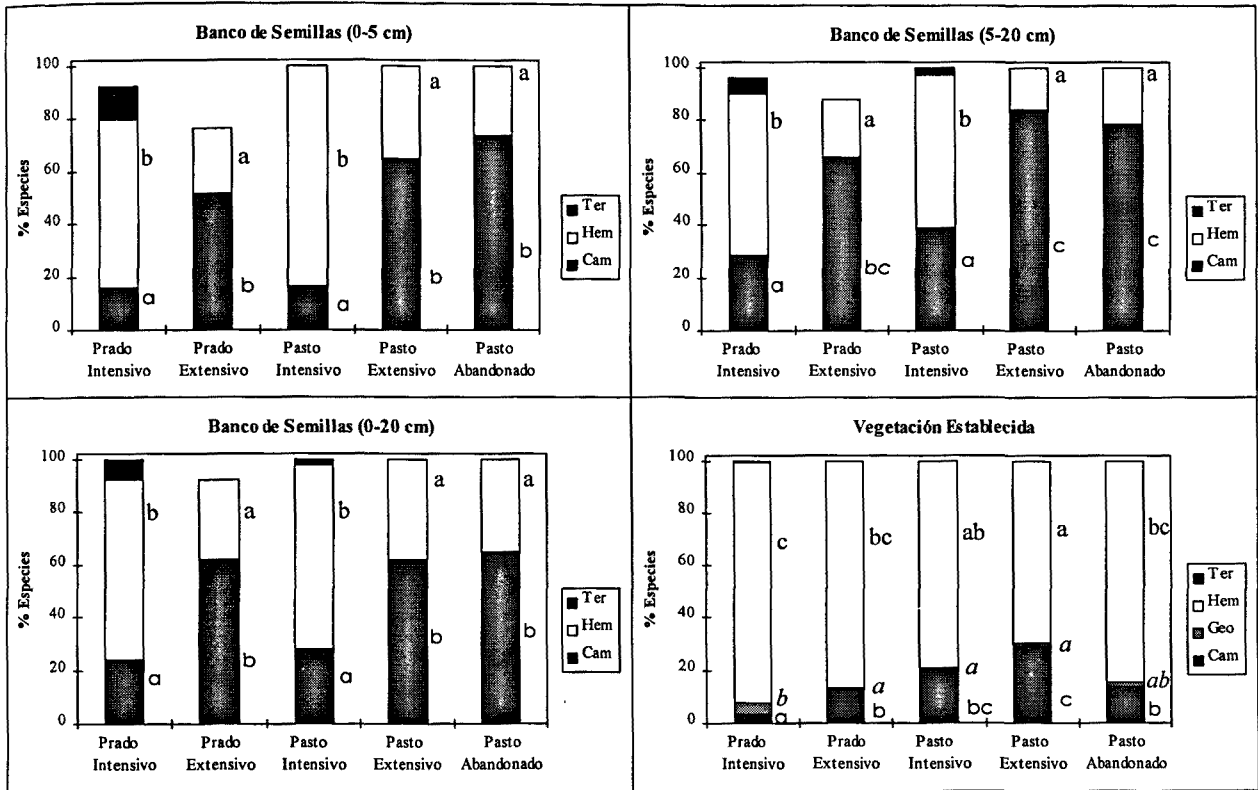


Figura 35: Frecuencias relativas medias del número de especies de las distintas formas biológicas identificadas en el banco de semillas y en la vegetación establecida de las cinco parcelas estudiadas en Innsbruck (Alpes). Letras diferentes en los mismos segmentos de los histogramas indican diferencias significativas de esa forma biológica entre las comunidades (Test no paramétrico de Tukey para una  $p < 0,05$ , realizado solamente en las series en las que la prueba de Kruskal Wallis fue significativa;  $n=125$  y  $p < 0,0001$ ). Cam. caméfitos, Fan. fanerófitos, Geo. geófitos, Hem. hemicriptófitos, Ter. terófitos.

La vegetación de las comunidades herbáceas alpinas también fue ampliamente dominada por los hemicriptófitos, en porcentajes superiores al 70% de las especies. El segundo grupo en importancia, en lugar de ser el terófito como en el caso alpino, fueron los caméfitos, mientras que las especies de geófitos y terófitos escasearon en la vegetación. Las frecuencias relativas de los hemicriptófitos al igual que en los Pirineos disminuyen con la extensificación de las parcelas, a la vez que aumentan las frecuencias relativas de los caméfitos, excepto en la parcela abandonada.

En el banco de semillas por lo general aumentaron las frecuencias relativas de los caméfitos y se redujeron las de los hemicriptófitos. Únicamente el *prado intensivo* y el *pasto*

Comunidades	Frecuencia relativa media del número de especies														
	Prado Intensivo			Prado Extensivo			Pasto Intensivo			Pasto Extensivo			Pasto Abandonado		
Alpinas	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p
Caméfito	15,94	28,30	*	51,47	65,53	n.s.	16,23	38,71	**	64,87	83,84	*	73,33	78,47	n.s.
Hemicript.	63,39	61,87	n.s.	24,53	22,47	n.s.	83,77	58,11	***	35,13	16,16	*	26,67	21,53	n.s.
Terófito	12,67	5,83	n.s.	--	--	--	--	3,17	*	--	--	--	--	--	--

Tabla 35: Comparación de las frecuencias relativas medias del número de especies de las distintas formas biológicas, identificadas en cada profundidad muestral (comunidades alpinas). Prueba de Mann-Whitney ( $n=50$ ;  $p < 0,0001$  \*\*\*\*;  $p < 0,001$  \*\*\*;  $p < 0,01$  \*\*;  $p < 0,05$  \*;  $p > 0,05$  n.s.).



*intensivo* mantuvieron elevados porcentajes de especies hemicriptófitas. De los resultados parece desprenderse por lo tanto que la extensificación de estas parcelas aumenta las proporciones relativas de especies caméfitas en el banco y disminuye las de las hemicriptófitas.

Efectuadas las comparaciones entre las frecuencias de las formas de vida de Raunkiaer entre los dos niveles muestrales del banco (Tabla 35), cuando éstas fueron significativas mostraron mayores frecuencias de hemicriptófitos en la primera profundidad, mientras que los caméfitos se identificaron más frecuentemente a mayor profundidad.

El claro dominio de las especies de hemicriptófitos en la vegetación aérea de estas comunidades está directamente relacionado con los efectos que tanto el corte de la hierba, como el pastoreo tienen sobre las especies. Estas prácticas impiden el desarrollo de plantas leñosas y favorecen la expansión de gramíneas y megaforbios, cuyos meristemos se salvan fácilmente de la siega o de los animales, y cuyo crecimiento rápido y talla elevada proporcionan su gran capacidad regenerativa (Strasburguer, 1983; ElleMBERG, 1988).

Mcintyre *et al.* (1995) consideran que la clasificación de las especies de una comunidad según sus formas de vida, es un buen método para estudiar las respuestas de la vegetación a los distintos tipos de perturbaciones. Para ello analizaron los efectos de tres tipos de alteraciones: perturbación del suelo, intensidad de pastoreo y disponibilidad de riego, sobre comunidades dominadas por hemicriptófitos. Las alteraciones en el suelo incrementaron las oportunidades de colonización a partir de las semillas, reduciendo la competencia de vástagos y raíces. Las especies terófitas capaces de ocupar estos espacios explotando los recursos rápidamente se vieron beneficiadas tal y como también describe Grime (1979). El pastoreo redujo los caméfitos y cuando fue muy intensivo hizo aumentar las especies de terófitos. Por último la disponibilidad de agua hizo disminuir el número de especies de todas las formas en general.

Parece lógico por lo tanto, la identificación en los bancos pirenaicos de especies terófitas, muy poco representadas en la vegetación, sobre todo si tenemos presentes la roturación del suelo ocurrida en el pasado de estas parcelas. Además se trata de una forma de vida muy representada en todos los bancos (Fenner, 1985; Rice, 1989; y Thompson *et al.*, 1997).

Situación muy similar ocurrió con la presencia mayoritaria de caméfitos en el banco de semillas de las parcelas alpinas. En estas comunidades dicha forma de vida, parece estar controlada en la vegetación por las actividades culturales ganaderas, pero sus abundancias en el banco indican su aptitud expansiva en ese área, que por otra parte constituye su hábitat natural. En la recopilación de Thompson *et al.* (1997) también se destaca la capacidad de especies de este grupo para formar bancos de semillas.

Cabe aquí citar el trabajo de Graham y Hutchings (1988a) que comparó los contenidos de especies anuales y perennes identificadas en el banco de semillas en un rango de profundidades (0-4; 4-8; 8-12 cm). Mientras que las especies hemicriptófitas fueron mucho más frecuentes en el primer horizonte, las anuales no presentaron diferencias entre profundidades.

### VI.3.4. Tipos de dispersión de las especies

Atendiendo al tipo de diseminación de sus semillas, las especies se agruparon en zoócoras, anemócoras y autócoras. Los resultados se registran en las gráficas de la Figura 36 para los prados del Pirineo, y en la Figura 37 para los alpinos.

En el primero de los casos se observó una vegetación aérea compuesta mayoritariamente por especies zoócoras y autócoras, siendo las frecuencias relativas de las anemócoras muy pequeñas. En los bancos de semillas dichas proporciones no presentaron grandes cambios, únicamente habría que destacar un ligero aumento de las especies autócoras y una pequeña disminución de las zoócoras.

La variación de estas frecuencias relativas con el manejo ganadero no fue muy clara. En la vegetación las zoócoras tendieron a descender con la extensificación ganadera. En cuanto al banco de semillas los resultados del prado más intensificado y del más extensivo fueron muy similares: mayor cantidad de zoócoras que de autócoras. En los dos prados de manejo intermedio las autócoras dominaron sobre las zoócoras.

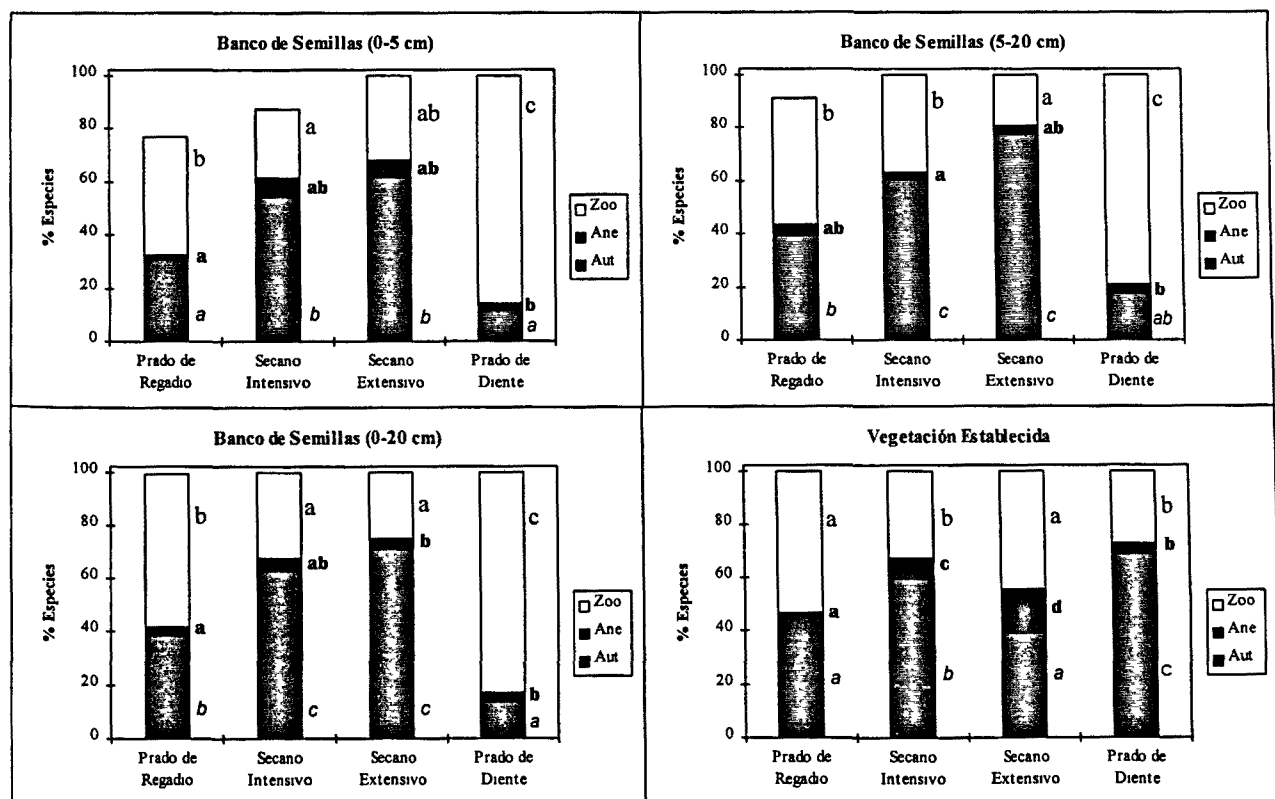


Figura 36: Frecuencias relativas medias del número de especies de los distintos tipos de dispersión identificados en el banco de semillas y en la vegetación establecida de las cuatro parcelas estudiadas en Fagen (Pirineos). Las pruebas de Kruskal Wallis entre las comunidades fueron todas altamente significativas ( $n=400$ ,  $p<0,0001$ ). Letras diferentes en los mismos segmentos de los histogramas indican diferencias significativas de ese grupo ecológico entre las comunidades (Test no paramétrico de Tukey para una  $p<0,05$ ). Aut. autocoria, Ane. anemocoria, Zoo. zoocoria.

Comunidades	Frecuencia relativa media del número de especies											
	Prado de Regadío			Secano Intensivo			Secano Extensivo			Prado de Diente		
	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p
Pirenaicas												
Autocoria	30,42	42,88	**	53,33	60,97	n.s.	58,97	65,20	n.s.	33,32	34,60	n.s.
Anemocoria	1,83	4,43	*	7,33	2,62	n.s.	6,43	5,54	n.s.	9,20	8,32	n.s.
Zoocoria	44,75	43,68	n.s.	26,33	36,60	**	34,60	29,27	n.s.	57,48	57,08	n.s.

**Tabla 36:** Comparación de las frecuencias relativas medias del número de especies de las distintas tipos de dispersión, identificadas en cada profundidad muestral (comunidades pirenaicas). Prueba de Mann-Withney (n=200; p<0,0001 \*\*\*\*; p<0,001 \*\*\*; p<0,01 \*\*; p<0,05 \*; p>0,05 n.s.).

Comparando los grupos identificados en cada profundidad muestral del banco (Tabla 36) apenas se obtuvieron resultados significativos que indiquen claramente la preferencia de los grupos de especies por una u otra profundidad de muestreo.

En los resultados alpinos (Figura 37) también observamos en la vegetación frecuencias relativas similares entre el grupo de diseminación autócora y zoócora, y menores valores para la anemocoria. Si bien las especies zoócoras no presentaron diferencias significativas entre las comunidades, sí que se apreciaron incrementos de las especies autócoras y anemócoras con la extensificación en el manejo.

En el banco de semillas sin embargo y a diferencia de la serie de vegetación anterior, aumentaron espectacularmente las especies de dispersión anemócora con respecto a las frecuencias identificadas en la vegetación. Además esta serie presentó una clara variación de las especies anemócoras y autócoras con el manejo ganadero: las anemócoras en el banco aumentaron con la extensificación de las comunidades, sin embargo las autócoras disminuyeron en el mismo gradiente. Las zoócoras, tal y como ocurrió en la vegetación aérea, tampoco presentaron diferencias significativas entre los bancos de semillas de las cinco parcelas.

Tras analizar las comparaciones de las frecuencias relativas de estos grupos de dispersión en cada uno de los dos horizontes muestrales de los bancos alpinos, apenas se encontraron diferencias significativas (Tabla 37).

En estas comunidades gestionadas por el hombre, se suele diferenciar entre dos tipos de dispersión: la primaria o debida a características intrínsecas a cada especie (forma y tamaño de la semilla, el ciclo de vida de la planta, etc.) y otra secundaria o debida a las actividades culturales (Rew *et al.*, 1996). Nuestra clasificación atendió al tipo de dispersión primaria, sin embargo no ignoramos que la maquinaria dedicada a la siega de estas comunidades o por ejemplo al reparto del purín son de gran importancia para la dispersión de algunas especies.

La importancia de las especies zoócoras en las comunidades herbáceas sometidas al pastoreo resulta obvia. Malo y Suarez (1995) cuantifica en un 38% las especies diseminadas endozoócoramente en una dehesa pastada con vacuno. En cuanto al pastoreo ovino, Fischer *et al.* (1996) en un minucioso estudio llega a identificar hasta 85 especies de plantas en la lana de una sola oveja. Muchas de estas especies carecían de una dispersión primaria zoocora, por lo que concluye que la dispersión por animales está muy subestimada y juega un papel fundamental en el mantenimiento de estas comunidades. Verkaar *et al.* (1983), estudiando también el modo de

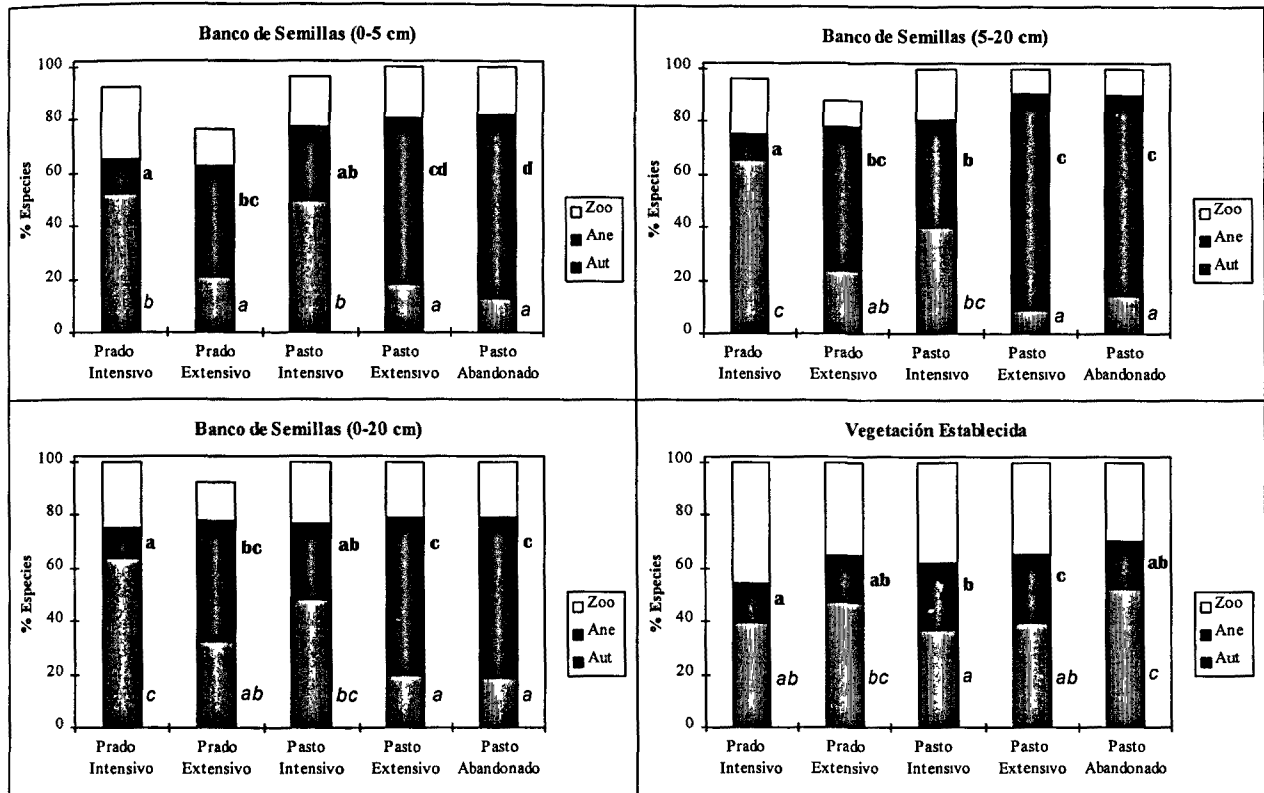


Figura 37: Frecuencias relativas medias del número de especies de los distintos tipos de dispersión identificados en el banco de semillas y en la vegetación establecida de las cinco parcelas estudiadas en Innsbruck (Alpes). Las pruebas de Kruskal Wallis entre las comunidades fueron todas altamente significativas ( $n=125$ ,  $p<0,0001$ ), excepto para el grupo de especies con dispersión zoocora. Letras diferentes en los mismos segmentos de los histogramas indican diferencias significativas de ese grupo ecológico entre las comunidades (Test no paramétrico de Tukey para una  $p<0,05$ ). Aut. autocoria, Ane. anemocoria, Zoo. zoocoria.

dispersión de las semillas en este tipo de comunidades, mostraron como la mayoría de las especies poseían una dispersión autócora, que prácticamente no alejaba a las semillas de su planta madre. El predominio de las especies zoócoras y autócoras en nuestros resultados parece por lo tanto justificado.

El éxito en la colonización de los suelos tras alteraciones depende en la mayoría de los casos de una efectiva dispersión de las especies. McIntyre *et al.* (1995) identifican las especies con dispersión anemócora como componentes del suelo en lugares alterados. Se debe recordar que en este grupo de dispersión, existen especies tanto formadoras de bancos transitorios (algunas compuestas) (Thompson y Grime, 1979), especializadas en establecerse en los pequeños

Comunidades	Frecuencia relativa media del número de especies														
	Prado Intensivo			Prado Extensivo			Pasto Intensivo			Pasto Extensivo			Pasto Abandonado		
Alpinas	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p	0-5	5-20	p
Autocoria	52,35	65,10	n.s.	20,87	23,73	n.s.	49,51	40,30	n.s.	17,87	8,98	n.s.	12,80	14,27	n.s.
Anemocoria	12,80	9,77	n.s.	41,47	53,87	n.s.	28,00	40,29	n.s.	63,00	81,50	*	68,87	75,47	n.s.
Zoocoria	26,85	21,13	n.s.	13,67	10,40	n.s.	18,49	19,42	n.s.	19,13	9,51	*	18,33	10,27	n.s.

Tabla 37: Comparación de las frecuencias relativas medias del número de especies de las distintas tipos de dispersión, identificadas en cada profundidad muestral (comunidades alpinas). Prueba de Mann-Whitney ( $n=50$ ;  $p<0,0001$  \*\*\*\*;  $p<0,001$  \*\*\*;  $p<0,01$  \*\*;  $p<0,05$  \*;  $p>0,05$  n.s.).

huecos de vegetación (Grime, 1979), como otros taxones formadores de bancos persistentes que colonizan suelos más alterados (Fenner, 1985). En este último grupo se encontrarían las especies anemócoras encontradas en los suelos alpinos como la *Alchemilla vulgaris*, *Calluna vulgaris* y *Erica herbacea*.

#### VI.4. CONCLUSIONES

- \* La vegetación de las comunidades estudiadas está compuesta mayoritariamente por especies formadoras de bancos de semillas transitorios, de corta persistencia en el suelo, de forma de vida hemicriptófita y con una dispersión de sus semillas preferentemente zoócora y autócora. En los prados pirenaicos dominaron las especies indicadoras de suelos ricos en nutrientes, mientras que las identificadas en la vegetación de las parcelas alpinas fueron típicas de suelos más pobres.
- \* Los bancos de semillas sin embargo estuvieron formados por especies cuyas semillas forman bancos persistentes en el suelo. En los Pirineos fueron los terófitos pioneros y hemicriptófitos de condiciones medias y altas en nutrientes, con mayores porcentajes de autocoria que de zoocoria. En los Alpes sin embargo se identificaron especies de caméfitos típicos de la orla de bosque próximo, además de hemicriptófitos indicadores de condiciones edáficas pobres y medias, con tipos de dispersión anemócora y autócora.
- \* Las especies indicadoras de niveles edáficos bajos en nutrientes, las de orla de bosque y las pioneras se encuentran en mayores porcentajes en el horizonte más profundo del banco. A su vez las de niveles altos y medio se localizan preferentemente en superficie. Asimismo, terófitos y caméfitos son más frecuentes en profundidad que los hemicriptófitos. La forma de dispersión de los taxones, no demuestra preferencias significativas por uno u otro nivel muestral del banco de semillas.
- \* La extensificación en la gestión ganadera, hace disminuir tanto en el banco de semillas como en la vegetación aérea a las especies transitorias y a las persistentes a largo plazo, e incrementa las persistentes a corto plazo. Se ha observado también que hay especies que mantienen en todas las comunidades el mismo tipo de persistencia en el suelo, mientras que otros taxones varían, comportándose como transitorios en una comunidad, persistentes a corto plazo en una segunda y persistentes a largo plazo en otra parcela.
- \* Los distintos grupos ecológicos en los que se clasificaron las especies, se vieron afectadas por el tipo de gestión, tanto en el banco como en la vegetación aérea del mismo modo. Cuando ésta se hace más extensiva aumentan las especies indicadoras de condiciones edáficas pobres y medias, descienden las ricas en nutrientes y aumentan las pioneras y las de orla de bosque.
- \* En cuanto a las formas biológicas, los hemicriptófitos disminuyen en la vegetación aérea cuando el manejo se extensifica, mientras que terófitos y caméfitos aumentan. En el banco de semillas terófitos y hemicriptófitos varían en la misma dirección, mientras que los terófitos no se ven afectados por el tipo de gestión.

- \* El modo de dispersión fue el único de los atributos estudiados en el presente capítulo del que no se pudo precisar un comportamiento acorde con el gradiente de gestión analizado. Únicamente las especies anemócoras aumentaron tanto en el banco como en la vegetación con la extensificación de las parcelas. Las especies autócoras con alguna excepción, tendieron a aumentar en la vegetación y a disminuir en el banco dentro del gradiente comentado.

EL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN LAS COMUNIDADES PRATENSES DE MONTAÑA

COMUNIDADES PIRENAICAS ESPECIES	FORM BIOLO	NIVEL NUTRI	TIPO DISP	TIPOS DE BANCO				COMUNID PIRENAICAS ESPECIES	FORM BIOLO	NIVEL NUTRI	TIPO DISP	TIPOS DE BANCO			
				R	S1	S2	P					R	S1	S2	P
<i>Achillea millefolium</i>	Hem	Medio	Ane	-	1	1	2	<i>Lathyrus pratensis</i>	Hem	Alto	Aut.	-	-	1	-
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Hem	Pionera	Zoo	-	-	x	3	<i>Leontodon hispidus</i>	Hem	Alto	Ane	1	x	-	2
<i>Agrostis capillaris</i>	Hem	Medio	Aut.	3	2	3	3	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Hem	Alto	Aut.	3	x	3	3
<i>Ajuga reptans</i>	Hem	Bajo	Zoo	-	-	3	3	<i>Linum bienne</i>	Hem	Medio	Aut.	-	-	-	x
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	Hem	Medio	Zoo	x	-	x	-	<i>Lolium perenne</i>	Hem	Alto	Aut.	1	1	1	x
<i>Anagallis arvensis</i>	Ter	Pionera	Aut.	x	3	3	3	<i>Lotus corniculatus</i>	Hem	Medio	Aut.	1	1	1	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Hem	Medio	Zoo	x	2	1	x	<i>Lucula campestris</i>	Hem	Bajo	Zoo	1	x	x	x
<i>Aphanes arvensis</i>	Ter	Pionera	Aut.	-	-	x	x	<i>Medicago lupulina</i>	Ter	Bajo	Aut.	3	3	3	3
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Ter	Pionera	Ane	3	x	2	3	<i>Medicago sativa</i>	Hem	Alto	Aut.	x	x	3	-
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Hem	Alto	Zoo	1	1	1	x	<i>Mercurialis annua</i>	Ter	Pionera	Zoo	x	-	-	-
<i>Atriplex patula</i>	Ter	Pionera	Aut.	3	3	3	3	<i>Onobrychis vicifolia</i>	Hem	Alto	Zoo	-	-	x	x
<i>Bellis perennis</i>	Hem	Medio	Aut.	3	x	x	2	<i>Ononis natrix</i>	Cam	Bajo	Aut.	x	-	-	-
<i>Brachypodium pinnatum</i>	Hem	Bajo	Aut.	3	-	x	1	<i>Ononis spinosa</i>	Cam	Bajo	Aut.	-	x	-	1
<i>Bromus erectus</i>	Hem	Medio	Zoo	-	-	1	1	<i>Origanum vulgare</i>	Hem	Bosque	Aut.	-	x	3	3
<i>Bromus hordeaceus</i>	Ter	Pionera	Zoo	x	1	1	-	<i>Orobancha sp</i>	Geo	Bajo	Ane	-	x	-	-
<i>Calamintha sylvatica</i>	Hem	Bosque	Aut.	x	-	-	-	<i>Papaver rhoeas</i>	Ter	Pionera	Ane	-	-	x	x
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Ter	Pionera	Ane	x	-	-	-	<i>Petrorhagia procera</i>	Ter	Bajo	Aut.	-	-	-	x
<i>Carex caryophylla</i>	Hem	Medio	Aut.	3	3	3	2	<i>Picris hieracioides</i>	Hem	Medio	Ane	-	1	3	-
<i>Carex distans</i>	Hem	Bajo	Aut.	-	-	-	x	<i>Plantago lanceolata</i>	Hem	Alto	Zoo	2	1	2	2
<i>Carum carvi</i>	Hem	Alto	Aut.	x	-	-	-	<i>Plantago major</i>	Hem	Pionera	Zoo	-	-	3	2
<i>Centaurea jacea</i>	Hem	Bajo	Aut.	-	-	-	x	<i>Plantago media</i>	Hem	Medio	Zoo	-	-	3	2
<i>Centaurea nigra</i>	Hem	Medio	Aut.	1	x	1	x	<i>Poa pratensis</i>	Hem	Alto	Aut.	3	2	3	1
<i>Centaurea scabiosa</i>	Hem	Medio	Aut.	-	-	-	1	<i>Poa trivialis</i>	Hem	Alto	Aut.	1	2	-	-
<i>Centaureum erythraea</i>	Ter	Bajo	Ane	x	x	3	3	<i>Polygonum aviculare</i>	Ter	Pionera	Aut.	-	-	3	3
<i>Cerastium fontanum</i>	Cam	Alto	Aut.	3	3	3	2	<i>Potentilla erecta</i>	Hem	Bajo	Aut.	-	-	-	3
<i>Chaerophyllum aureum</i>	Hem	Alto	Aut.	x	x	-	x	<i>Potentilla reptans</i>	Hem	Pionera	Aut.	-	x	3	2
<i>Chenopodium album</i>	Ter	Pionera	Aut.	3	3	-	x	<i>Prunella laciniata</i>	Hem	Bajo	Zoo	-	-	3	2
<i>Cirsium vulgare</i>	Hem	Pionera	Ane	-	-	x	-	<i>Prunus spinosa</i>	Fan	Bajo	Zoo	-	-	-	x
<i>Clematis vitalba</i>	Fan	Bosque	Ane	x	x	-	-	<i>Ranunculus acris</i>	Hem	Alto	Zoo	1	-	-	-
<i>Climopodium vulgare</i>	Hem	Bosque	Aut.	2	3	x	x	<i>Ranunculus bulbosus</i>	Geo	Alto	Zoo	3	3	3	3
<i>Convolvulus arvensis</i>	Geo	Pionera	Aut.	-	-	x	-	<i>Rhinanthus mediterraneus</i>	Ter	Medio	Ane	-	-	-	1
<i>Crepis capillaris</i>	Ter	Medio	Ane	-	-	-	2	<i>Rubus idaeus</i>	Fan	Bosque	Zoo	-	-	-	x
<i>Cuscuta epithimum</i>	Ter	Bajo	Zoo	-	-	-	x	<i>Rumex acetosa</i>	Hem	Pionera	Ane	x	1	2	-
<i>Cynosurus cristatus</i>	Hem	Alto	Aut.	1	1	x	-	<i>Sanguisorba minor</i>	Hem	Medio	Aut.	-	-	x	2
<i>Dactylis glomerata</i>	Hem	Alto	Aut.	3	2	2	1	<i>Sedum album</i>	Cam	Bajo	Ane	-	-	-	x
<i>Daucus carota</i>	Hem	Medio	Zoo	3	3	2	2	<i>Seseli montanum</i>	Hem	Medio	Aut.	-	-	-	2
<i>Erigeron acer</i>	Ter	Medio	Ane	-	-	-	x	<i>Sherardia arvensis</i>	Ter	Pionera	Zoo	-	-	x	1
<i>Eryngium campestre</i>	Ter	Pionera	Zoo	-	-	-	x	<i>Silene vulgaris</i>	Hem	Pionera	Ane	-	-	-	x
<i>Eupharsia hirtella</i>	Ter	Bajo	Ane	-	-	-	x	<i>Stellaria media</i>	Ter	Pionera	Aut.	3	3	3	3
<i>Festuca pratensis</i>	Hem	Alto	Zoo	1	1	1	1	<i>Taraxacum officinale</i>	Hem	Alto	Ane	3	3	2	1
<i>Festuca rubra</i>	Hem	Medio	Zoo	1	x	x	2	<i>Thymus serpyllum</i>	Cam	Bajo	Aut.	-	-	-	3
<i>Galium verum</i>	Hem	Medio	Zoo	-	-	2	2	<i>Tragopogon pratensis</i>	Hem	Alto	Ane	-	1	1	x
<i>Genista scorpius</i>	Cam	Bajo	Aut.	-	-	-	1	<i>Trifolium dubium</i>	Ter	Bajo	Zoo	-	-	x	x
<i>Geranium molle</i>	Ter	Pionera	Zoo	-	x	-	-	<i>Trifolium montanum</i>	Hem	Medio	Zoo	x	-	-	-
<i>Geranium rotundifolium</i>	Ter	Pionera	Zoo	-	-	3	x	<i>Trifolium pratense</i>	Hem	Alto	Zoo	3	3	2	3
<i>Helianthemum nummularium</i>	Cam	Bajo	Zoo	-	-	-	x	<i>Trifolium repens</i>	Hem	Alto	Zoo	2	3	2	3
<i>Hieracium pilosella</i>	Hem	Bajo	Ane	-	-	-	2	<i>Trisetum flavescens</i>	Hem	Alto	Zoo	1	1	1	1
<i>Holcus lanatus</i>	Hem	Alto	Aut.	3	2	2	2	<i>Urtica dioica</i>	Hem	Pionera	Zoo	-	3	-	-
<i>Hypericum maculatum</i>	Hem	Bajo	Ane	-	x	x	-	<i>Valerianaella dentata</i>	Ter	Pionera	Aut.	-	-	3	3
<i>Hypericum perforatum</i>	Hem	Bajo	Ane	3	-	2	3	<i>Verbena officinalis</i>	Hem	Pionera	Aut.	-	3	3	3
<i>Juncus articulatus</i>	Hem	Bajo	Zoo	x	-	-	-	<i>Veronica arvensis</i>	Ter	Pionera	Aut.	1	x	1	x
<i>Juncus bufonius</i>	Ter	Pionera	Zoo	3	-	-	3	<i>Veronica chamaedrys</i>	Cam	Bajo	Aut.	-	-	-	2
<i>Juncus effusus</i>	Hem	Bajo	Zoo	3	3	3	3	<i>Veronica officinalis</i>	Cam	Bajo	Aut.	-	x	-	2
<i>Juncus inflexus</i>	Hem	Bajo	Zoo	3	-	-	-	<i>Vicia sativa</i>	Ter	Alto	Aut.	-	-	2	1
<i>Knautia arvensis</i>	Hem	Bajo	Zoo	-	x	-	-	<i>Viola versicolor</i>	Hem	Medio	Aut.	3	-	-	-
<i>Lamium purpureum</i>	Ter	Pionera	Zoo	3	3	3	2								

Tabla 38: Formas biológicas (FORM BIOLO), grupos ecológicos según el nivel de nutrientes (NIVEL NUTRI), tipos de dispersión de las semillas (TIPO DISP.) y tipos de banco de semillas de las especies identificadas en el banco de semillas y en la vegetación de las comunidades pirenaicas (R prado de regadío, S1 secano intensivo, S2 secano extensivo, P prado de diente; Cam caméfitos, Fan. fanerófitos, Geo geófitos, Hem. hemicriptófitos, Ter. terófitos; Ane. Anemocoria, Aut. Autocoria, Zoo. Zoocoria; 1 banco transitorio, 2 banco persistente a corto plazo, 3 banco persistente a largo plazo, x sin clasificar).

VI. PERSISTENCIA DE LAS SEMILLAS EN EL SUELO Y CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DE LAS ESPECIES

COMUNIDADES ALPINAS ESPECIES	FORM BIOLO	NIVEL NUTRI	TIPO DISP	TIPOS DE BANCOS					COMUNID ALPINAS ESPECIES	FORM BIOLO	NIVEL NUTRI	TIPO DISP	TIPOS DE BANCOS				
				I1	I2	I3	I4	I5					I1	I2	I3	I4	I5
<i>Achillea millefolium</i>	Hem	Medio	Ane	3	--	x	x	--	<i>Leontodon hispidus</i>	Hem	Alto	Ane	1	1	x	--	3
<i>Acinos alpinos</i>	Hem	Bajo	Aut	x	2	1	--	--	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Hem	Alto	Aut	3	--	1	1	x
<i>Agrostis capillaris</i>	Hem	Medio	Aut.	2	1	2	2	2	<i>Lotus corniculatus</i>	Hem	Medio	Aut.	--	1	1	1	1
<i>Ajuga pyramidalis</i>	Hem	Bajo	Zoo	--	x	x	x	--	<i>Luzula campestris</i>	Hem	Bajo	Zoo	--	1	--	1	--
<i>Alchemilla vulgaris</i>	Hem	Medio	Zoo	3	1	x	1	--	<i>Luzula sylvatica</i>	Hem	Bosque	Zoo	--	--	3	--	--
<i>Antennaria dioica</i>	Cam	Medio	Ane	--	--	x	--	x	<i>Myosotis sylvatica</i>	Hem	Bosque	Zoo	1	--	x	--	--
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Hem	Medio	Zoo	1	1	1	1	1	<i>Nardus stricta</i>	Hem	Medio	Zoo	--	1	3	2	2
<i>Anthyllus vulneraria</i>	Hem	Medio	Ane	--	--	1	--	x	<i>Nigratella nigra</i>	Geo	Medio	Ane	--	--	--	1	--
<i>Aster bellidiastrum</i>	Hem	Pionera	Ane	--	--	1	--	--	<i>Phleum pratense</i>	Hem	Alto	Zoo	1	--	--	2	--
<i>Avenochloa pubescens</i>	Hem	Medio	Zoo	1	--	--	--	2	<i>Phyteuma orbiculare</i>	Hem	Medio	Ane	--	1	1	x	1
<i>Avenochloa versicolor</i>	Hem	Medio	Zoo	--	x	--	--	--	<i>Pimpinella major</i>	Hem	Medio	Aut.	--	--	--	--	1
<i>Bellis perennis</i>	Hem	Medio	Aut.	x	--	--	--	--	<i>Pimpinella saxifraga</i>	Hem	Medio	Aut.	--	1	--	--	--
<i>Biscutella laevigata</i>	Hem	Bajo	Aut.	--	x	--	--	--	<i>Plantago lanceolata</i>	Hem	Alto	Zoo	x	3	1	--	x
<i>Briza media</i>	Hem	Medio	Aut.	2	1	3	1	1	<i>Plantago media</i>	Hem	Medio	Zoo	x	--	--	--	--
<i>Calluna vulgaris</i>	Cam	Bajo	Ane	--	1	3	3	2	<i>Poa alpina</i>	Hem	Medio	Aut.	3	--	3	2	--
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Hem	Medio	Ane	--	1	x	--	1	<i>Polygala alpestris</i>	Hem	Medio	Zoo	--	--	1	--	--
<i>Carex firma</i>	Hem	Pionera	Aut.	--	--	1	--	--	<i>Polygala chamaebuccus</i>	Cam	Bajo	Zoo	2	2	1	1	--
<i>Carex flacca</i>	Geo	Medio	Aut	--	x	--	--	1	<i>Polygonum viviparum</i>	Hem	Bajo	Aut	--	1	1	1	1
<i>Carex montana</i>	Hem	Medio	Aut.	--	--	1	1	1	<i>Polypodium vulgare</i>	Hem	Bosque	Ane	--	--	--	x	--
<i>Carex ornithopoda</i>	Hem	Bajo	Aut	--	1	2	1	1	<i>Potentilla aurea</i>	Hem	Bajo	Aut.	x	1	x	--	--
<i>Carex pallascens</i>	Hem	Medio	Aut.	--	--	1	x	--	<i>Potentilla erecta</i>	Hem	Bajo	Aut.	3	3	3	3	3
<i>Carex sempervirens</i>	Hem	Medio	Aut	1	2	3	--	3	<i>Primula elator</i>	Hem	Medio	Zoo	x	--	--	--	--
<i>Carlina acaulis</i>	Hem	Medio	Ane	--	--	1	1	x	<i>Primula farinosa</i>	Hem	Medio	Zoo	--	--	x	--	--
<i>Carum carvi</i>	Hem	Alto	Aut	1	--	--	--	--	<i>Prunella grandiflora</i>	Hem	Bajo	Zoo	--	x	--	--	--
<i>Cerastium fontanum</i>	Cam	Alto	Aut	2	--	x	--	--	<i>Pulsatilla alpina</i>	Hem	Medio	Ane	--	x	--	--	--
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	Hem	Alto	Aut	1	3	--	--	1	<i>Ranunculus montanus</i>	Hem	Medio	Zoo	1	1	1	x	1
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	Ter	Pionera	Aut.	2	--	3	--	--	<i>Rhinanthus serotinus</i>	Ter	Alto	Ane	1	--	--	--	--
<i>Colchicum autumnale</i>	Geo	Medio	Aut.	1	--	--	--	--	<i>Rhododendron hirsutum</i>	Cam	Bosque	Zoo	--	--	1	--	--
<i>Crepis aurea</i>	Hem	Alto	Ane	--	--	3	1	--	<i>Rumex acetosa</i>	Hem	Pionera	Ane	1	1	x	x	--
<i>Crepis conyzifolia</i>	Hem	Alto	Ane	--	1	--	--	3	<i>Sagina sagmoides</i>	Hem	Bajo	Aut.	3	--	--	--	--
<i>Crepis mollis</i>	Hem	Alto	Ane	x	x	--	--	--	<i>Scabiosa columbaria</i>	Hem	Pionera	Zoo	--	1	1	2	--
<i>Crocus albiflorus</i>	Geo	Bajo	Aut.	--	x	--	--	--	<i>Selaginella selaginoides</i>	Cam	Bajo	Ane	--	--	1	1	x
<i>Dactylis glomerata</i>	Hem	Alto	Aut	1	1	2	--	--	<i>Selsteria varia</i>	Hem	Bajo	Aut.	x	1	2	--	1
<i>Danthoma decumbens</i>	Hem	Bajo	Zoo	--	--	--	1	--	<i>Silene dioica</i>	Hem	Pionera	Ane	1	--	--	--	--
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Hem	Alto	Zoo	1	--	2	--	--	<i>Silene vulgaris</i>	Hem	Pionera	Ane	3	x	--	x	--
<i>Dryas octopetala</i>	Cam	Bajo	Zoo	--	--	1	--	--	<i>Soldanella pusilla</i>	Hem	Medio	Aut.	--	1	1	--	--
<i>Erica herbacea</i>	Cam	Bosque	Ane	--	3	3	3	3	<i>Stellaria graminea</i>	Hem	Pionera	Aut	--	--	x	--	--
<i>Festuca rubra</i>	Hem	Medio	Zoo	1	1	3	2	2	<i>Taraxacum officinale</i>	Hem	Alto	Ane	1	--	--	--	--
<i>Galium megalospermum</i>	Hem	Bajo	Zoo	--	--	x	x	--	<i>Thesium alpinum</i>	Hem	Medio	Aut	--	--	1	--	--
<i>Galium mollugo</i>	Hem	Alto	Zoo	--	--	1	--	1	<i>Thymus praecox</i>	Cam	Bajo	Aut	3	--	--	--	--
<i>Galium pumilum</i>	Hem	Medio	Zoo	--	1	--	--	--	<i>Thymus pulegioides</i>	Cam	Bajo	Aut	3	3	3	1	x
<i>Gentiana acaulis</i>	Hem	Medio	Aut	--	x	x	1	x	<i>Trifolium badium</i>	Hem	Alto	Zoo	--	1	--	--	1
<i>Gentiana verna</i>	Hem	Medio	Aut.	--	--	x	--	--	<i>Trifolium montanum</i>	Hem	Medio	Zoo	--	x	--	1	x
<i>Geranium sylvaticum</i>	Hem	Bosque	Zoo	1	1	--	--	1	<i>Trifolium pratense</i>	Hem	Alto	Zoo	1	1	x	1	1
<i>Geum rivale</i>	Hem	Bosque	Zoo	1	x	--	--	--	<i>Trifolium repens</i>	Hem	Alto	Zoo	1	--	--	--	--
<i>Globularia cordifolia</i>	Cam	Bajo	Aut.	--	--	x	--	--	<i>Trifolium thalii</i>	Hem	Medio	Zoo	--	--	x	--	--
<i>Globularia nudicaulis</i>	Hem	Bajo	Aut.	--	--	x	--	1	<i>Trisetum flavescens</i>	Hem	Alto	Zoo	1	--	--	--	--
<i>Helianthemum nummularium</i>	Cam	Bajo	Zoo	--	3	1	2	1	<i>Trollius europaeus</i>	Hem	Alto	Aut.	1	1	--	--	1
<i>Hieracium pilosella</i>	Hem	Bajo	Ane	--	x	1	1	x	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Cam	Bosque	Zoo	x	1	--	1	1
<i>Hippocrepis comosa</i>	Hem	Medio	Zoo	--	x	1	x	1	<i>Vaccinium uliginosum</i>	Cam	Bajo	Zoo	--	1	--	--	1
<i>Holcus lanatus</i>	Hem	Alto	Aut	--	--	x	--	--	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Cam	Medio	Zoo	--	--	2	1	--
<i>Hypericum maculatum</i>	Hem	Bajo	Ane	--	x	3	--	x	<i>Veronica chamaedrys</i>	Cam	Bajo	Aut	--	x	--	--	2
<i>Hypochoeris uniflora</i>	Hem	Medio	Ane	--	x	--	--	x	<i>Veronica montana</i>	Cam	Bajo	Aut	3	--	x	x	x
<i>Knautia dipsacifolia</i>	Hem	Alto	Zoo	x	--	--	--	--	<i>Veronica officinalis</i>	Cam	Bajo	Aut.	1	1	--	--	--
<i>Koeleria cristata</i>	Hem	Medio	Aut	--	x	--	--	x	<i>Viola biflora</i>	Hem	Bajo	Aut	1	--	--	--	--

Tabla 39: Formas biológicas (FORM. BIOLO.), grupos ecológicos según el nivel de nutrientes (NIVEL NUTRI.), tipos de dispersión de las semillas (TIPO DISP.) y tipos de banco de semillas de las especies identificadas en el banco de semillas y en la vegetación de las comunidades alpinas (I1 prado intensivo, I2 prado extensivo, I3 pasto intensivo, I4 pasto extensivo, I5 pasto abandonado; Cam caméfitos, Fan fanerófitos, Geo geófitos, Hem. hemicriptófitos, Ter. terófitos; Ane. Anemocoria, Aut. Autocoria, Zoo. Zoocoria; 1 banco transitorio, 2 banco persistente a corto plazo, 3 banco persistente a largo plazo, x sin clasificar).







**CAPÍTULO VII**  
**VARIACIÓN ESTACIONAL**  
**DE LOS BANCOS DE SEMILLAS**

**Foto página anterior:** Pastoreo otoñal de un prado regado de Fragen. Obsérvese además de la carga ganadera, la pequeña acequia que discurre por el límite izquierdo de la parcela para su riego a manta, aprovechando la pendiente del terreno.

## VII. VARIACIÓN TEMPORAL DE LOS BANCOS DE SEMILLAS

### VII.1. INTRODUCCIÓN

El banco de semillas tiene una dimensión espacio-temporal. En el suelo existe un flujo continuo de aportes y pérdidas de semillas por producción, dispersión, incorporación, germinación, predación y muerte fisiológica (Simpson *et al.*, 1989), que confieren al banco cierta dinámica. Su composición en cada momento del ciclo vegetativo dependerá del estado en que se encuentren dichos procesos.

Por causa de la laboriosidad que conllevan los estudios del banco de semillas en el suelo, éstos suelen basarse en muestreos puntuales, que no reflejan en la mayoría de las ocasiones el rico dinamismo del banco. Muestreos intensivos revelan cómo la disponibilidad de las semillas en el suelo cambia a lo largo del año (Thompson y Grime, 1979; Graham y Hutchings, 1988a; Lavorel *et al.*, 1993). Algunas semillas sólo son aptas para la germinación en un corto periodo de tiempo tras su producción, en el suelo están de modo transitorio y posteriormente pierden la viabilidad o se transforman en durmientes. Otras, sin embargo, mantienen permanentemente semillas viables en el suelo a lo largo de todo el año, aunque sus abundancias pueden fluctuar tremendamente (Thompson y Grime, 1979).

En las comunidades herbáceas las especies adoptan distintas estrategias para favorecer el éxito regenerativo a partir de sus semillas. En unas ocasiones sincronizan sus periodos reproductivos, para aprovechar por ejemplo las condiciones climáticas propicias para la germinación en ambientes fríos, mientras que en otras comunidades los segregan en el tiempo para evitar al máximo la competencia y la predación (Fenner, 1992). El régimen de perturbación que sufre la comunidad también influye directamente en la longitud de este periodo reproductivo y consecuentemente en la estacionalidad del banco de semillas. En los ambientes impredecibles, las especies producen semillas durante más tiempo que en los predecibles, maximizando así la suerte de algunas semillas de caer en los espacios vacíos adecuados para la germinación (Harper, 1977).

En los prados pirenaicos, la producción de semillas tiene lugar durante la época estival principalmente, antes de la realización del primer corte de la hierba. Esta siega suspende la producción de semillas de la mayoría de las especies hasta la siguiente campaña (Reiné y Fillat, 1992), por lo que nuestra hipótesis de partida es que en este momento el acervo de semillas en el suelo será máximo, sobre todo en las comunidades cuyo manejo incluya la realización del corte para henificar. En el presente capítulo, se estudia la variación estacional de los bancos de semillas de cuatro prados, representativos de las distintas gestiones agrícolas que se llevan a cabo en la zona central de los Pirineos.

### VII.1.1. Objetivos

- \* Comparar la estructura estimada de los bancos de semillas (densidad de semillas y número de especies), en dos momentos muestrales muy significativos en la dinámica de estos bancos: la parada invernal y el primer corte de la hierba, observando las diferencias que pudieran presentarse entre los distintos manejos ganaderos.
- \* Estudiar el grado de afinidad de las composiciones florísticas en cada uno de los dos momentos muestrales de los bancos, analizando las variaciones entre los distintos prados.

## VII.2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron los cuatro prados pirenaicos de Fragen, ya descritos en el capítulo de *Material y Métodos Generales*, y estudiados en los capítulos anteriores: *prado de regadío*, *secano intensivo*, *secano extensivo* y *prado de diente*.

El estudio del banco de semillas de estos prados se realizó durante el año 1993. El primero de los dos muestreos data del mes de febrero, el segundo se efectuó en el mes de julio, tras el primer corte de la hierba (ver Tabla 3 en *II. Material y Métodos Generales*). Con la ayuda de una sonda manual de 3,5 cm de diámetro y 15 cm de profundidad se extrajeron en cada uno de los dos muestreos 100 cilindros de suelo distribuidos al azar sobre la superficie total de los cuatro prados, diferenciándose dos profundidades muestrales: una superficial de 0 a 5 cm y una segunda de 5 a 20 cm.

Las 100 muestras obtenidas por prado y profundidad se homogeneizaron y se mezclaron en el laboratorio, y posteriormente se estimó el banco de semillas en el volumen de suelo correspondiente a 10 muestras de cada profundidad muestral. La estimación del banco tanto en febrero como en julio, se efectuó mediante la puesta de germinación de las diez submuestras de forma individualizada en un ambiente controlado, siguiendo el método descrito en el apartado *III.2. Material y Métodos*.

### VII.2.1. Análisis de los datos

A partir del número de semillas y de especies identificadas en cada muestra se estimó la densidad de semillas en el suelo en términos de número medio de semillas viables/m<sup>2</sup>, y la abundancia de especies como número medio de especies/ 9,62 cm<sup>2</sup> (superficie de una muestra). También se calcularon los correspondientes errores estándar de las estimaciones.

Con la Prueba U de Mann-Whitney (ANOVA por rangos para dos muestras independientes) (Sokal y Rohlf, 1979; Zar, 1984; Siegel, 1986) se analizaron las diferencias entre los resultados de estimación obtenidos en febrero y en julio.

Las afinidades cualitativas y cuantitativas entre las dos poblaciones se evaluaron mediante el índice de Sorensen (Sorensen, 1948), a partir del número de especies y del número absoluto de individuos respectivamente, tal y como lo recomienda (Magurran, 1989) a partir de la fórmula descrita en el apartado III.2.1.

### VII.3. RESULTADOS

#### VII.3.1. Densidad y número medio de especies de los bancos de semillas

El número total de semillas viables por metro cuadrado en los primeros 20 cm de suelo se incrementó de manera significativa en el mes de julio en los prados con régimen de gestión intensiva. Tal como se observa en la Figura 38 en el *prado de regadío* la densidad estimada pasó de 9.354 semillas/m<sup>2</sup> en el mes de febrero a 20.892 semillas/m<sup>2</sup> en julio, y en el *secano intensivo* de 11.433 a 30.662 semillas/m<sup>2</sup>. En ambos prados las cantidades de julio doblaron a las cuantificadas en la época invernal. En los prados de gestión extensiva no se produjo este incremento significativo: en el *secano extensivo* en el total de la profundidad muestral se obtuvieron 28.168 semillas/m<sup>2</sup> en febrero, frente a las 30.558 de julio y en el *prado de diente* las 75.149 semillas/m<sup>2</sup> estimadas en febrero incluso llegaron a descender a 66.938 en julio, aunque como ya se ha dicho de forma no significativa.

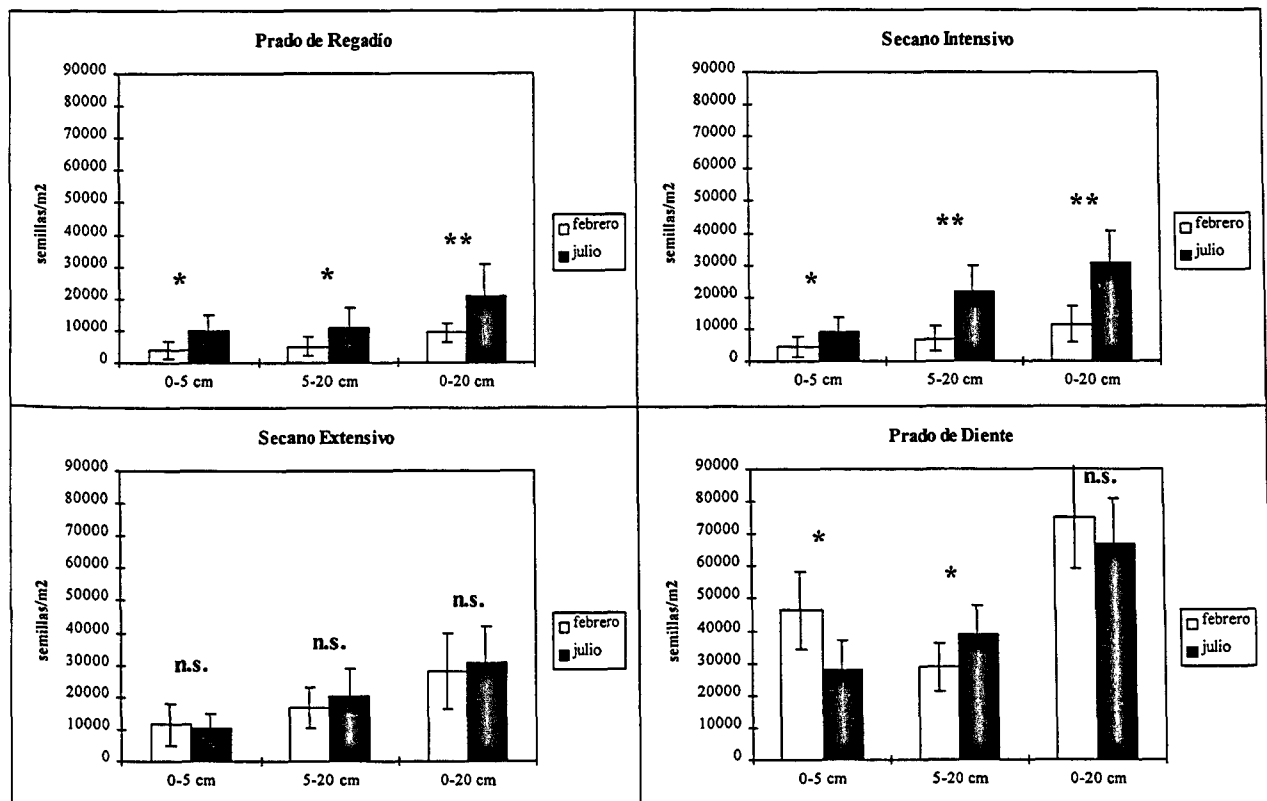


Figura 38: Densidades de semillas enterradas en el suelo y error estándar de cada estimación en los muestreos de febrero y de julio. La comparación entre las dos épocas se realizó mediante la prueba de Mann-Withney ( $n=20$ ;  $p<0,01$  \*\*;  $p<0,05$  \*;  $p>0,05$  n.s.). Los resultados se representan para cada horizonte muestral del banco (0-5 cm; 5-20 cm y el total de 0-20 cm).

Analizando estas variaciones estacionales de las densidades de semillas para cada horizonte muestral (Figura 38) los resultados también fueron distintos según la parcela de la que se tratase. Por un lado en los dos prados intensivos, el *prado de regadío* y el *secano intensivo*, tanto en la primera profundidad de muestreo (0-5 cm) como en la segunda (5-20 cm) las densidades de julio superaron significativamente a las de febrero. En el *secano extensivo*, pese a que las diferencias en ninguna de las profundidades fueron significativas, se observó una cierta tendencia a la disminución de las semillas en los primeros 5 cm en el muestreo de julio, mientras que en el segundo horizonte los contenidos de julio superaron a los de febrero. Estos resultados se repiten en el *prado de diente* aunque esta vez ya de forma significativa: las semillas más superficiales disminuyen en el verano, y las enterradas a mayor profundidad aumentan.

El número medio de especies identificadas por muestra ( $9,62 \text{ cm}^2$ ) en los primeros 20 cm de suelo, se incrementó significativamente en julio en todos los prados estudiados, excepto en el más extensivo, el *prado de diente*. Examinando separadamente cada profundidades muestral (0-5 cm y 5-20 cm) en los dos prados de gestión intensiva (*prado de regadío* y *secano intensivo*) también se incrementaron las medias en los muestreos de julio. Sin embargo, en los prados de gestión extensiva (*secano extensivo* y *prado de diente*), en la mayoría de las ocasiones las medias calculadas en febrero no difieren significativamente con las de julio (Figura 39).

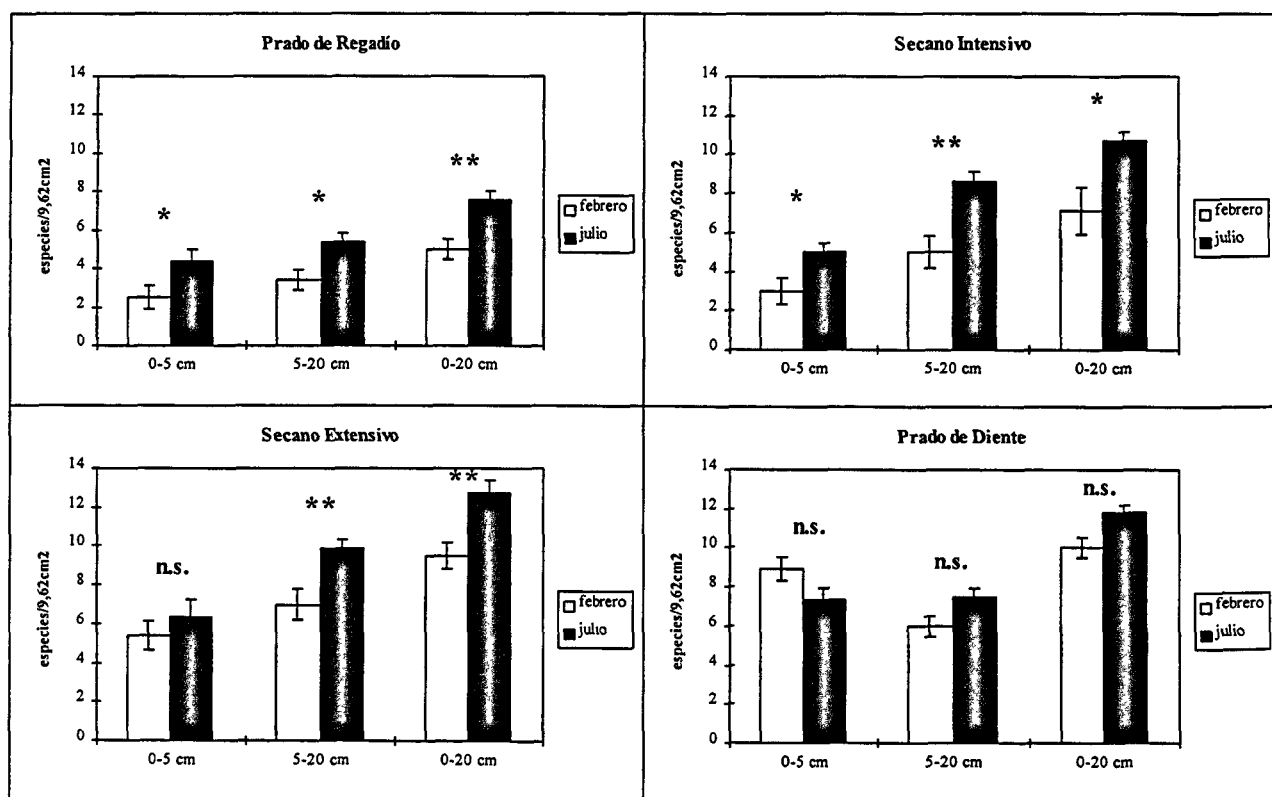


Figura 39: Número medio de especies identificadas en cada muestra y error estándar de la estimación en los muestreos de febrero y de julio. La comparación entre las dos épocas se realizó mediante la prueba de Mann-Withney ( $n=20$ ;  $p<0,01$  \*\*;  $p<0,05$  \*;  $p>0,05$  n.s.). Los resultados se representan para cada horizonte muestral del banco (0-5 cm; 5-20 cm y el total de 0-20 cm).

## VII.3.2. Composición taxonómica

La composición florística comparada del *prado de regadío* en los muestreos de febrero y de julio queda reflejada en la Tabla 40. Cotejando las densidades estimadas de cada especie en los primeros 20 cm de suelo mediante la prueba de Mann-Withney, se obtuvieron diferencias significativas en las especies *Agrostis capillaris* (1.039 semillas/m<sup>2</sup> en febrero y 3.326 en julio), *Dactylis glomerata* (207 semillas/m<sup>2</sup> en febrero y 2.078 en julio) y *Holcus lanatus* (103 semillas/m<sup>2</sup> en febrero y 3.326 en julio). Todas ellas pertenecientes a la familia de las gramíneas y suponen el 9,7% de las especies identificadas en ambos momentos muestrales.

Parcela: R Prado de Regadío Manejo Intensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=10) número medio de individuos				P
	FEBRERO-1993		JULIO-1993		
	Profundidad 0-5 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 0-5 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	
<i>Achillea millefolium</i>	--	--	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Agrostis capillaris</i>	935,47 ± 476,32	103,94 ± 103,94	1.870,94 ± 575,60	1 455,17 ± 518,55	*
<i>Anagallis arvensis</i>	--	--	--	103,94 ± 103,94	ns.
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	103,94 ± 103,94	415,76 ± 317,54	--	103,94 ± 103,94	ns.
<i>Carex caryophyllaea</i>	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	ns.
<i>Cerastium fontanum</i>	--	--	207,88 ± 207,88	--	ns.
<i>Chenopodium album</i>	--	207,88 ± 138,59	--	--	ns
<i>Clinopodium vulgare</i>	--	207,88 ± 138,59	--	--	ns
<i>Dactylis glomerata</i>	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	1.351,23 ± 348,20	727,59 ± 270,60	**
<i>Daucus carota</i>	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	207,88 ± 138,59	103,94 ± 103,94	ns.
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	207,88 ± 138,59	ns.
<i>Festuca rubra</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Galium aparine</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Holcus lanatus</i>	103,94 ± 103,94	--	2 078,82 ± 464,84	1.247,29 ± 554,35	***
<i>Hypericum perforatum</i>	--	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Juncus biflorus</i>	--	--	--	415,76 ± 317,54	ns
<i>Juncus effusus</i>	207,88 ± 207,88	415,76 ± 229,82	--	311,82 ± 221,85	ns
<i>Lamium purpureum</i>	519,70 ± 319,43	623,65 ± 277,18	519,70 ± 232,42	935,47 ± 326,86	ns
<i>Leucanthemum vulgare</i>	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	519,70 ± 232,42	ns
<i>Lolium perenne</i>	--	--	--	207,88 ± 207,88	ns
<i>Luzula campestris</i>	103,94 ± 103,94	--	--	103,94 ± 103,94	ns.
<i>Medicago lupulina</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns.
<i>Medicago minima</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Plantago lanceolata</i>	415,76 ± 317,54	--	207,88 ± 138,59	311,82 ± 221,85	ns
<i>Poa pratensis</i>	--	103,94 ± 103,94	415,76 ± 229,82	207,88 ± 138,59	ns
<i>Prunella laciniata</i>	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	--	--	ns.
<i>Ranunculus bulbosus</i>	--	--	--	207,88 ± 138,59	ns.
<i>Stellaria media</i>	1.143,35 ± 361,73	1 870,94 ± 509,20	1 247,29 ± 635,09	1 455,17 ± 443,70	ns
<i>Trifolium pratense</i>	--	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	--	ns.
<i>Trifolium repens</i>	103,94 ± 103,94	--	--	207,88 ± 138,59	ns
<i>Veronica beccabunga</i>	--	--	1 559,11 ± 1 559,11	1 663,06 ± 1 663,06	ns.
Sin identificar	--	--	103,94 ± 103,94	--	ns

Tabla 40: Composición florística comparada del banco de semillas del prado de regadío en los muestreos de febrero y julio de 1993. Densidad estimada en n° medio de semillas/m<sup>2</sup> ± error estándar. La prueba de Mann-Withney se realizó entre la profundidad total muestreada (0-20 cm) en febrero y en julio (n=20; p<0,001 \*\*\*; p<0,01 \*\*; p<0,05 \*; p>0,05 n.s).

En el prado de secano manejado de forma intensiva se identificaron las especies que figuran en la Tabla 41. En este caso la comparación de las cantidades de semilla de las distintas especies identificadas en febrero y en julio arrojó diferencias significativas en el 17,9% de los taxones. Fueron los siguientes: *Agrostis capillaris* pasó de tener 1.247 semillas/m<sup>2</sup> en los primeros 20 cm de suelo a tener 6.340 semillas/m<sup>2</sup> en julio, *Arrhenatherum elatius* no se identificó en invierno y en julio tuvo 831 semillas/m<sup>2</sup>, la densidad de *Dactylis glomerata* en febrero fue de 103 semillas/m<sup>2</sup> mientras que en julio fue de 4.677, *Festuca pratensis* sólo estuvo



Parcela: S-1 Prado de Secano Manejo Intensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=10) número medio de individuos				
	FEBRERO-1993		JULIO-1993		P
	Profundidad 0-5 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 0-5 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	
<i>Agrostis capillaris</i>	727,59 ± 311,82	519,70 ± 232,42	2 078,82 ± 638,86	4 261,58 ± 1 184,60	**
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	311,82 ± 221,85	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	--	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	ns
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	--	519,70 ± 279,33	311,82 ± 221,85	*
<i>Bromus hordeaceus</i>	--	--	--	207,88 ± 207,88	ns
<i>Carex caryophylla</i>	207,88 ± 207,88	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Cerastium fontanum</i>	207,88 ± 138,59	311,82 ± 158,77	--	311,82 ± 221,85	ns
<i>Chenopodium album</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Climopodium vulgare</i>	--	--	207,88 ± 207,88	--	ns
<i>Dactylis glomerata</i>	103,94 ± 103,94	--	1 247,29 ± 706,66	3 430,05 ± 580,79	***
<i>Daucus carota</i>	103,94 ± 103,94	311,82 ± 158,77	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	ns
<i>Festuca arundinacea</i>	--	--	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	519,70 ± 319,43	1 767,00 ± 620,75	**
<i>Festuca rubra</i>	--	--	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Galium aparine</i>	103,94 ± 103,94	--	--	--	ns
<i>Geranium molle</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Holcus lanatus</i>	623,65 ± 623,65	--	935,47 ± 287,80	2 910,35 ± 596,09	**
<i>Hypericum maculatum</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Juncus articulatus</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Juncus bufonius</i>	--	103,94 ± 103,94	--	207,88 ± 138,59	ns
<i>Juncus effusus</i>	--	311,82 ± 221,85	--	831,53 ± 532,26	ns
<i>Lamium purpureum</i>	623,65 ± 317,54	1 039,41 ± 409,95	519,70 ± 232,42	831,53 ± 259,27	**
<i>Leontodon hispidus</i>	--	--	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	ns
<i>Lolium perenne</i>	--	--	623,65 ± 277,18	1 455,17 ± 518,55	ns
<i>Medicago lupulina</i>	519,70 ± 232,42	935,47 ± 326,86	311,82 ± 158,77	727,59 ± 270,60	ns
<i>Medicago minima</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Medicago sativa</i>	--	--	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	ns
<i>Origanum vulgare</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Picris hieracioides</i>	207,88 ± 138,59	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Plantago lanceolata</i>	103,94 ± 103,94	--	--	207,88 ± 207,88	ns
<i>Poa pratensis</i>	207,88 ± 207,88	103,94 ± 103,94	623,65 ± 353,33	1 039,41 ± 579,76	ns
<i>Ranunculus bulbosus</i>	103,94 ± 103,94	311,82 ± 158,77	103,94 ± 103,94	311,82 ± 221,85	ns
<i>Rumex acetosa</i>	--	--	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Stellaria media</i>	207,88 ± 138,59	831,53 ± 339,47	--	519,70 ± 232,42	ns
<i>Taraxacum officinale</i>	103,94 ± 103,94	--	415,76 ± 229,82	1 247,29 ± 509,20	**
<i>Trifolium pratense</i>	--	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Trifolium repens</i>	103,94 ± 103,94	415,76 ± 169,73	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	ns
<i>Urtica dioica</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Verbena officinalis</i>	--	--	--	103,94 ± 103,94	ns
Sin identificar	--	415,76 ± 169,73	--	103,94 ± 103,94	ns

Tabla 41: Composición florística comparada del banco de semillas del prado de secano intensivo en los muestreos de febrero y julio de 1993. Densidad estimada en n° medio de semillas/m<sup>2</sup> ± error estándar. La prueba de Mann-Withney se realizó entre la profundidad total muestreada (0-20 cm) en febrero y en julio (n=20; p<0,001 \*\*\*; p<0,01 \*\*; p<0,05 \*; p>0,05 n.s).

presente en julio con 2.286 semillas/m<sup>2</sup>, *Holcus lanatus* también incrementó sus cantidades en el verano, de 623 semillas/m<sup>2</sup> pasó a 3.845; *Lamium purpureum* en febrero tuvo 1.663 y en julio 1.351 semillas/m<sup>2</sup> siendo la única especie que descendió sus reservas en el muestreo estival, finalmente *Taraxacum officinale* en febrero presentó 103 semillas/m<sup>2</sup> frente a las 1.663 que se estimaron en julio.

Los resultados para la parcela *secano extensivo* se resumen en la Tabla 42. En esta ocasión las diferencias entre el periodo invernal y el estival se detectaron en el 16% de las especies, las cuales se citan a continuación. *Brachypodium pinnatum* pasó de presentar 207 semillas/m<sup>2</sup> en los primeros 20 cm de suelo en febrero a tener 935 en julio, *Bromus hordeaceus* no se identificó en invierno y en verano se cuantificó en 2.078 semillas/m<sup>2</sup>, lo mismo ocurrió con *Cerastium fontanum* y *Festuca rubra* que sólo estuvieron presentes en julio con 518 y 623 semillas/m<sup>2</sup> respectivamente. *Holcus lanatus* incrementó sus reservas de semilla de 103 a 7.171

VII. VARIACIÓN ESTACIONAL DE LOS BANCOS DE SEMILLAS

Parcela: S-2 Prado de Secano Manejo Extensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=10) numero medio de individuos				
	FEBRERO-1993		JULIO-1993		P
	Profundidad 0-5 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 0-5 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	
<i>Achillea millefolium</i>	--	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Agrostis capillaris</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Anagallis arvensis</i>	--	207,88 ± 138,59	--	207,88 ± 207,88	ns
<i>Aphanes arvensis</i>	--	207,88 ± 138,59	--	--	ns
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	--	103,94 ± 103,94	415,76 ± 277,18	415,76 ± 229,82	ns
<i>Atriplex patula</i>	--	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Bellis perennis</i>	--	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Brachypodium pinnatum</i>	207,88 ± 207,88	--	--	935,47 ± 287,80	*
<i>Bromus hordeaceus</i>	--	--	1 247,29 ± 339,47	831,53 ± 532,26	***
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	--	311,82 ± 158,77	--	--	ns
<i>Carex caryophylllea</i>	--	--	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Centaureum erythraea</i>	--	--	--	415,76 ± 229,82	ns
<i>Cerastium fontanum</i>	--	--	103,94 ± 103,94	415,76 ± 229,82	*
<i>Chenopodium album</i>	--	207,88 ± 207,88	--	207,88 ± 207,88	ns
<i>Clinopodium vulgare</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Dactylis glomerata</i>	415,76 ± 229,82	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Daucus carota</i>	103,94 ± 103,94	311,82 ± 158,77	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Festuca arundinacea</i>	103,94 ± 103,94	--	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	ns
<i>Festuca rubra</i>	--	--	207,88 ± 207,88	415,76 ± 229,82	*
<i>Galium verum</i>	623,65 ± 229,82	--	415,76 ± 277,18	935,47 ± 287,80	ns
<i>Geranium rotundifolium</i>	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	--	727,59 ± 411,41	ns
<i>Holcus lanatus</i>	103,94 ± 103,94	--	2 390,64 ± 515,06	4 781,29 ± 1 151,20	***
<i>Hypericum maculatum</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Hypericum perforatum</i>	311,82 ± 311,82	207,88 ± 138,59	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Juncus effusus</i>	--	103,94 ± 103,94	--	727,59 ± 348,20	ns
<i>Lamium purpureum</i>	207,88 ± 138,59	1 039,41 ± 409,95	519,70 ± 319,43	623,65 ± 169,73	ns
<i>Leontodon hispidus</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Medicago lupulina</i>	1 974,88 ± 750,33	1 351,23 ± 270,60	727,59 ± 221,85	831,53 ± 302,05	ns
<i>Medicago sativa</i>	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	415,76 ± 317,54	ns
<i>Mercurialis annua</i>	--	--	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Picris hieracioides</i>	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Plantago lanceolata</i>	1 143,35 ± 922,55	--	727,59 ± 311,82	1 455,17 ± 415,76	*
<i>Plantago major</i>	1 039,41 ± 464,84	311,82 ± 311,82	--	--	*
<i>Plantago media</i>	415,76 ± 277,18	623,65 ± 353,33	207,88 ± 138,59	311,82 ± 158,77	ns
<i>Poa pratensis</i>	--	311,82 ± 221,85	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Polygonum aviculare</i>	--	415,76 ± 229,82	--	--	ns
<i>Potentilla reptans</i>	--	--	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Prunella laciniata</i>	311,82 ± 311,82	207,88 ± 207,88	103,94 ± 103,94	415,76 ± 277,18	ns
<i>Ranunculus acris</i>	--	--	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Ranunculus bulbosus</i>	--	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Rumex acetosa</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Sanguisorba minor</i>	103,94 ± 103,94	--	--	--	ns
<i>Stellaria media</i>	1 663,06 ± 678,94	1 559,11 ± 387,37	1 039,41 ± 346,47	831,53 ± 373,16	ns
<i>Taraxacum officinale</i>	103,94 ± 103,94	--	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Trifolium pratense</i>	727,59 ± 439,62	--	207,88 ± 138,59	--	ns
<i>Trifolium repens</i>	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	ns
<i>Valerianella dentata</i>	--	207,88 ± 138,59	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	ns
<i>Verbena officinalis</i>	1 351,23 ± 411,41	7 587,69 ± 1 394,95	727,59 ± 158,77	3 118,23 ± 1 004,17	*
<i>Vicia sativa</i>	--	--	--	103,94 ± 103,94	ns
Sin identificar	311,82 ± 158,77	--	--	--	ns

Tabla 42: Composición florística comparada del banco de semillas del prado de secano extensivo en los muestreos de febrero y julio de 1993. Densidad estimada en nº medio de semillas/m<sup>2</sup> ± error estándar. La prueba de Mann-Withney se realizó entre la profundidad total muestreada (0-20 cm) en febrero y en julio (n=20; p<0,001 \*\*\*; p<0,01 \*\*; p<0,05 \*; p>0,05 n.s).

semillas/m<sup>2</sup>, *Plantago lanceolata* pasó de tener 1.143 semillas/m<sup>2</sup> en febrero a 2.182 en julio, mientras que *Plantago major* en febrero presentó 1.351 semillas/m<sup>2</sup> y en julio no se identificó. Por último *Verbena officinalis* también disminuyó sus reservas en el suelo a lo largo de la campaña, las 8.938 semillas/m<sup>2</sup> en febrero se redujeron a 3.845 en julio.

Por último en la Tabla 43 se exponen las composiciones florísticas de los banco de semillas del *prado de diente*, la parcela de gestión más extensiva. En esta ocasión, en el 10,4% de

Parcela: P Prado de Diente Manejo Extensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=10) numero medio de individuos				
	FEBRERO-1993		JULIO-1993		P
	Profundidad 0-5 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 0-5 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m <sup>2</sup> ± s.e.	
<i>Achillea millefolium</i>	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	ns
<i>Agrostis capillaris</i>	--	311,82 ± 221,85	--	--	ns
<i>Anagallis arvensis</i>	--	415,76 ± 229,82	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Aphanes arvensis</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	--	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	103,94 ± 103,94	ns
<i>Atriplex patula</i>	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	415,76 ± 415,76	ns
<i>Bellis perennis</i>	103,94 ± 103,94	--	311,82 ± 221,85	207,88 ± 138,59	ns
<i>Bilderdykia convolvulus</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	--	311,82 ± 221,85	--	--	ns
<i>Carex caryophylla</i>	207,88 ± 207,88	--	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	ns
<i>Centaurea nigra</i>	103,94 ± 103,94	--	207,88 ± 207,88	--	ns
<i>Cerastium fontanum</i>	--	--	207,88 ± 138,59	207,88 ± 138,59	*
<i>Chenopodium album</i>	--	--	207,88 ± 138,59	415,76 ± 169,73	ns
<i>Clinopodium vulgare</i>	311,82 ± 311,82	--	--	--	ns
<i>Crepis capillaris</i>	415,76 ± 229,82	--	519,70 ± 319,43	--	ns
<i>Dactylis glomerata</i>	103,94 ± 103,94	--	--	--	ns
<i>Daucus carota</i>	623,65 ± 229,82	311,82 ± 221,85	--	103,94 ± 103,94	*
<i>Fumaria officinalis</i>	--	--	311,82 ± 311,82	311,82 ± 158,77	ns
<i>Galium verum</i>	623,65 ± 229,82	103,94 ± 103,94	623,65 ± 229,82	623,65 ± 317,54	ns
<i>Geranium rotundifolium</i>	103,94 ± 103,94	--	519,70 ± 232,42	--	ns
<i>Hieracium pilosella</i>	1 039,41 ± 309,89	831,53 ± 373,16	519,70 ± 279,33	103,94 ± 103,94	*
<i>Holcus lanatus</i>	103,94 ± 103,94	--	--	--	ns
<i>Hypericum perforatum</i>	--	--	--	415,76 ± 229,82	ns
<i>Juncus bufonius</i>	415,76 ± 415,76	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Juncus effusus</i>	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	ns
<i>Lamium purpureum</i>	207,88 ± 138,59	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Lotus corniculatus</i>	519,70 ± 279,33	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	207,88 ± 138,59	ns
<i>Medicago arabica</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Medicago lupulina</i>	727,59 ± 221,85	--	311,82 ± 221,85	1 974,88 ± 609,04	ns
<i>Medicago minima</i>	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	--	--	ns
<i>Medicago sativa</i>	--	--	207,88 ± 138,59	--	ns
<i>Origanum vulgare</i>	--	--	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Pimpinella saxifraga</i>	519,70 ± 232,42	103,94 ± 103,94	--	--	*
<i>Plantago lanceolata</i>	2 806,41 ± 759,87	519,70 ± 319,43	2 598,52 ± 1 212,64	1 143,35 ± 326,86	ns
<i>Plantago major</i>	31 805,94 ± 4 692,59	20 580,32 ± 2 792,47	17 981,79 ± 2 737,11	27 856,18 ± 3 636,45	ns
<i>Plantago media</i>	1 559,11 ± 519,70	1 559,11 ± 471,25	311,82 ± 158,77	727,59 ± 311,82	*
<i>Potentilla reptans</i>	--	--	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Potentilla verna</i>	311,82 ± 311,82	--	207,88 ± 207,88	207,88 ± 138,59	ns
<i>Prunella laciniata</i>	415,76 ± 317,54	--	311,82 ± 158,77	311,82 ± 158,77	ns
<i>Ranunculus bulbosus</i>	--	519,70 ± 173,23	103,94 ± 103,94	103,94 ± 103,94	ns
<i>Sanguisorba minor</i>	103,94 ± 103,94	--	207,88 ± 138,59	415,76 ± 229,82	ns
<i>Stellaria media</i>	1 559,11 ± 542,31	1 039,41 ± 379,54	519,70 ± 279,33	1 870,94 ± 635,09	ns
<i>Taraxacum officinale</i>	--	--	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Trifolium repens</i>	103,94 ± 103,94	207,88 ± 138,59	207,88 ± 138,59	207,88 ± 207,88	ns
<i>Trifolium striatum</i>	103,94 ± 103,94	--	103,94 ± 103,94	--	ns
<i>Valerianella dentata</i>	207,88 ± 138,59	103,94 ± 103,94	519,70 ± 279,33	207,88 ± 207,88	ns
<i>Verbena officinalis</i>	623,65 ± 415,76	311,82 ± 221,85	--	207,88 ± 207,88	ns
<i>Veronica hederafolia</i>	--	103,94 ± 103,94	--	--	ns
Sin identificar	--	519,70 ± 232,42	--	--	ns

Tabla 43: Composición florística comparada del banco de semillas del prado de diente en los muestreos de febrero y julio de 1993. Densidad estimada en n° medio de semillas/m<sup>2</sup> ± error estándar. La prueba de Mann-Whitney se realizó entre la profundidad total muestreada (0-20 cm) en febrero y en julio (n=20; p<0,001 \*\*\*; p<0,01 \*\*; p<0,05 \*; p>0,05 n.s.).

las especies identificadas se encontraron diferentes densidades en febrero y en julio. Así *Cerastium fontanum* del que no se encontraron semillas en febrero se identificaron en julio 415 semillas/m<sup>2</sup>, *Daucus carota* fue más abundante en febrero con una densidad de 935 semillas/m<sup>2</sup> que en julio con 103 semillas/m<sup>2</sup>, también *Hieracium pilosella* tuvo más individuos en febrero (1.870 semillas/m<sup>2</sup>), que en julio (623 semillas/m<sup>2</sup>), y parecido comportamiento se observó en *Pimpinella saxifraga*, sólo presente en febrero con 623 semillas/m<sup>2</sup>, y *Plantago media* (3.118 semillas/m<sup>2</sup> en febrero y sólo 1.039 en julio). La mayoría de estas especies, a diferencia de los otros tres prados, disminuyen sus reservas de semilla en el suelo en julio.

### VII.3.3. Afinidad entre las poblaciones estimadas en febrero y en julio

El cálculo del índice de similitud cualitativo y cuantitativo de Sorensen arrojó los porcentajes que se representan en la Figura 40. En los muestreos del *prado de regadío* se identificaron un total de 31 especies, de las cuales 16 (52%) fueron comunes en febrero y julio; 39 fue el número total de taxones hallados en el *secano intensivo*, con 19 comunes (49%); el *secano extensivo* con 50 especies presentó 28 comunes en los dos muestreos (56%) y de las 48 totales del *prado de diente* 27 se contabilizaron en febrero y julio (56%).

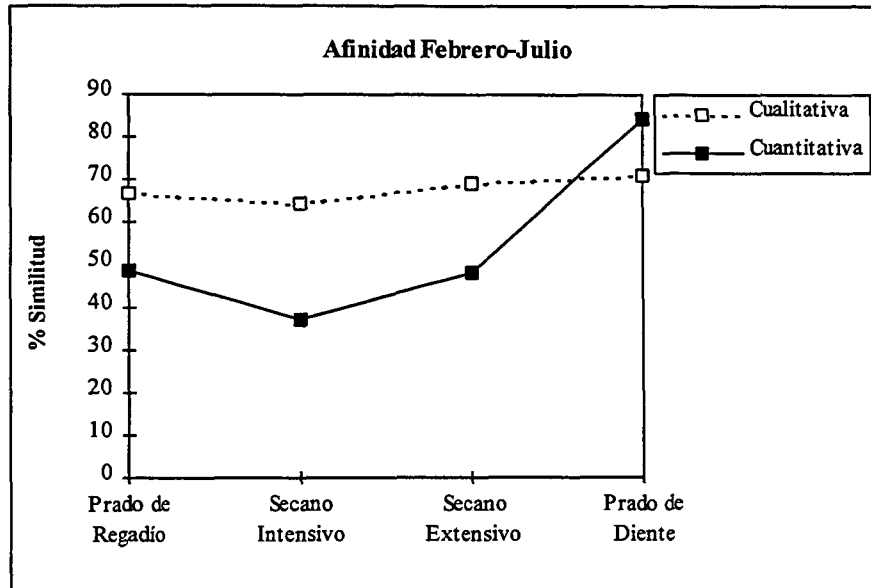


Figura 40: Coeficientes de Afinidad cualitativos (basados en el número común de especies) y cuantitativos (basados en el número de semillas) de las cuatro parcelas pirenaicas muestreadas en febrero y julio, para la profundidad total muestreada del banco de semillas (0-20 cm).

Los índices cualitativos oscilaron entre un 65% y el 71% de afinidad entre las poblaciones muestreadas en febrero y en julio, los cuantitativos variaron de forma más espectacular, desde el 37% del *secano intensivo* al 84% del *prado de diente*. En la gráfica de la Figura 40 se aprecia como ambos coeficientes tienden a aumentar en las parcelas de régimen más extensivo, si bien el índice de afinidad cuantitativo lo hace de una forma más nítida.

## VII.4. DISCUSIÓN

Los valores de densidad estimados en estos muestreos estacionales del banco, confirman lo ya ampliamente apuntado en el *Capítulo III*: en los prados más extensivos se hallaron mayor número de semillas/m<sup>2</sup>. Los valores obtenidos en febrero de 1993 son algo superiores a los calculados en marzo de 1994; evidentemente el muestreo que nos ocupa no tuvo la precisión del segundo (n=100), pero hay que recordar que el objetivo, en este caso, era la comparación con otro de las mismas características efectuado en la época estival.

Los contenidos de semillas enterradas variaron a lo largo de la campaña vegetativa según el tipo de comunidad. En los prados con régimen de aprovechamiento intensivo las densidades totales enterradas se doblaron en julio, mientras que en los extensivos no se apreciaron diferencias. Varios autores han detectado esta gran variación estacional que se contrasta con las escasas diferencias interanuales en las poblaciones de semillas del suelo (Thompson y Grime, 1979; Schenkeveld y Verkaar 1984; Graham y Hutchings, 1988a; Lavorel *et al.*, 1993). El muestreo de julio parece coincidir plenamente con el máximo anual de producción de semillas de los prados más intensivos (Reiné y Fillat, 1992), mientras que los extensivos tienen un desarrollo vegetativo más lento, que podría causar la ausencia de diferencias en la época muestral de julio. También el número medio de especies se vio incrementado en el muestreo estival en todas las comunidades, excepto de nuevo en la más extensiva. De los autores citados anteriormente, únicamente Graham y Hutchings (1988a) no encontraron una variación estacional clara en el número de especies.

Analizando separadamente cada horizonte muestral se apreció también una dinámica vertical del banco. La mayoría de las comunidades aumentan sus efectivos tanto de semillas como de número de especies en ambos horizontes en julio. La recarga del primer horizonte parece claramente debida a la producción de nuevas semillas (Harper, 1977), pero la incorporación en profundidad, fruto de los continuos movimientos horizontales y verticales de las semillas enterradas, evidencia una segunda dispersión de las semillas esta vez en el interior del suelo (Simpson *et al.*, 1989).

Thompson y Grime (1979), estudiando estas variaciones estacionales en diez hábitats diferentes, argumentan que son debidas únicamente a la composiciones florísticas de cada parcela, y no las relacionan con los distintos ambientes, sin embargo Lavorel *et al.* (1993) puntualizan que el comportamiento de cada especie también depende de otros factores como el estado sucesional de la comunidad, las condiciones ambientales locales y la historia de la vegetación. Por todo ello, decidimos analizar las variaciones de los números de semillas de las distintas especies en cada comunidad.

Nuestros resultados han indicado un incremento significativo en el banco de julio de un conjunto de especies, en su mayoría gramíneas (*Agrostis capillaris*, *Bromus hordeaceus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Holcus lanatus*, etc.) y de alguna dicotiledónea como *Taraxacum officinale* y el *Cerastium fontanum*. Tan sólo en los prados de gestión más extensiva, se detectaron algunos taxones como *Plantago major*, *Plantago media* y *Verbena officinalis* que disminuyeron sus reservas en el suelo en la época estival.

Además algunas especies repitieron este comportamiento en más de una comunidad, como *Agrostis capillaris*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, y *Cerastium fontanum*, que aumentaron siempre sus reservas en julio. Este hecho estaría de acuerdo con las conclusiones de Thompson y Grime (1979), según los cuales las especies adoptan siempre la misma estrategia en la formación de sus bancos de semilla, independientemente del tipo de comunidad en la que se encuentren.

Thompson y Grime (1979), también encontraron en su trabajo semillas de algunas gramíneas únicamente durante el periodo estival que precede a su producción, por lo que las

clasificaron como formadoras de bancos transitorios. A este grupo pertenecen algunas de nuestras especies que sólo se hallaron en el segundo muestreo, como *Arrhenatherum elatius*, *Bromus hordeaceus* y *Festuca pratensis*, cuyo dominio en la producción de semillas en la época de realización del primer corte de estos prados, era ya conocido (Reiné y Fillat, 1992). Schenkeveld y Verkaar (1984), relatan que en general los bancos de las especies de corta vida en el suelo, son los que mayor variación estacional poseen. Sin embargo en los resultados que se discuten han destacado significativamente por sus abundancias en julio, otras especies de gramíneas también presentes en la estación invernal en el banco y con carácter por lo tanto persistente como el *Agrostis capillaris*, el *Holcus lanatus* y el *Dactylis glomerata*.

Por cierto que esta última especie es clasificada por Thompson y Grime (1979) y Grime *et al.* (1988), como formadora de bancos transitorios. Sin embargo, tanto por su presencia en las dos épocas muestrales del banco en el presente capítulo, como por los resultados de la estimación de su persistencia a partir del método de Thompson (1992 y 1993), comentados en el capítulo anterior, cabe clasificarla como formadora de bancos persistentes en los prados pirenaicos. De todas formas en el último trabajo recopilatorio de Thompson, *et al.* (1997), ya se acepta que algunas especies forman distintos tipos de bancos según las comunidades en las que se muestrean.

Respecto a las similitudes entre las dos épocas muestrales hemos apreciado nítidamente cómo las afinidades son mayores en las parcelas extensivas, por lo que estos regímenes parecen favorecer unos aportes y pérdidas del banco menos puntuales y más continuamente segregados en el tiempo, que en principio favorecerían el ciclo regenerativo de un mayor número de especies. Consecuentemente, la distribución temporal de las especies en el banco además de estar condicionada por las características intrínsecas de cada especie (Thompson y Grime, 1979; Schenkeveld y Verkaar 1984), también depende de las relacionadas con la comunidad (Lavorel *et al.* 1993), entre las cuales y según nuestros resultados, el régimen de gestión parece fundamental.

Para la completa interpretación de la dinámica estacional de los bancos de las diversas especies, Lavorel *et al.* (1993) recomiendan la realización de pruebas de germinación en campo, que permitan el seguimiento del desarrollo de las plántulas. Así, una vez estimada la incorporación de nuevas semillas al banco, se cuantifica también el flujo de pérdidas debidas a la germinación (Simpson *et al.*, 1989). Este será el objetivo del siguiente capítulo de esta memoria doctoral.

## VII.5. CONCLUSIONES

- \* Los prados estudiados han presentado unas fuertes diferencias en sus contenidos de semillas/m<sup>2</sup> y número medio de especies, entre el muestreo efectuado en febrero de 1993 y el de julio del mismo año. Esto indica una clara variación estacional de los componentes del banco a lo largo de un ciclo vegetativo.
- \* Las parcelas con régimen de gestión más intensiva aumentaron sus densidades de semillas en el suelo y sus números de especies en la época estival. Estas variaciones se han producido en las dos profundidades de muestreo del banco, lo que evidencia un movimiento vertical de las semillas en el suelo. Los prados con gestión más extensiva, no presentan diferencias significativas en estos dos parámetros.

- \* Las especies causantes de las diferencias en los prados intensivos fueron en su mayoría gramíneas, unas de carácter transitorio en el banco (*Arrhenatherum elatius*, *Bromus hordeaceus* y *Festuca pratensis*) y otras más persistentes en el suelo (*Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus* y *Dactylis glomerata*). Estas últimas además, presentaron el mismo comportamiento en más de una comunidad. En los prados de manejo extensivo algunas especies como *Plantago major*, *Plantago media* y *Verbena officinalis* disminuyen sus efectivos en el banco durante el muestreo de verano.
  
- \* La similitud cualitativa y cuantitativa entre las poblaciones de semillas en las dos estaciones, es mayor en los prados con régimen de gestión extensiva. Estas afinidades descienden rápidamente conforme la intensidad de la gestión ganadera aumenta, hasta que en estos prados de régimen intensivo, las diferencias entre las poblaciones de febrero y julio alcanzan los máximos.



## **CAPÍTULO VIII**

# **ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO**



**Foto página anterior:** Detalle del diseño muestral para el control del establecimiento de plántulas. Aspecto de la parcela de suelo alterado. En el interior de cada cilindro de diez centímetros de diámetro, se contabilizaron las germinaciones.

## VIII. ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO

### VIII.1. INTRODUCCIÓN

Las semillas del banco, tras superar las distintas fases de dormancia, están listas para germinar si encuentran las condiciones ambientales adecuadas. Cada especie posee un conjunto de requerimientos para la germinación, y sus semillas tendrán las máximas probabilidades de germinar en un lugar que asegure el establecimiento de las plántulas (Fenner, 1985). Estos lugares de la comunidad son denominados sitios seguros (*safe site*) por Harper (1977) o nichos de regeneración (*regeneration niche*) por Grubb (1977) y en las comunidades pratenses, suelen ser huecos de vegetación, o espacios de terreno desnudo.

Las plántulas de un elevado número de especies pratenses tienen dificultades de establecimiento bajo coberturas densas de vegetación (Fenner, 1978; Bakker *et al.*, 1980). Sin embargo, la apertura de un hueco en el tapiz, origina unos cambios microambientales (aumento del flujo y de la calidad de la luz, aumento de la temperatura del suelo y de las fluctuaciones de humedad cerca de la superficie) propicios no sólo para la germinación, sino también para el crecimiento de las plántulas, fuertemente reducido en el interior de la vegetación por la competencia con las plantas adultas (Fenner, 1985). Puede decirse por lo tanto que la cobertura de la vegetación es determinante en esta fase de establecimiento de las especies (Goldberg, 1987).

Algunos de estos huecos pueden crearse de forma natural por la muerte de algunas plantas durante la estación seca (Leishman y Westoby, 1994), por la actividad de micromamíferos (Jalloq, 1975; Ostfeld y Canham, 1993), por hozadas de jabalíes, o también pueden ser ocasionados con la gestión ganadera de la comunidad: por el pastoreo (Watt y Gibson, 1988; Bullock *et al.*, 1994), la siega, el estercolado, o el pase de maquinaria (Bakker *et al.*, 1980). Del tamaño de los huecos formados dependerá el éxito de la instauración de las distintas especies. Las semillas recién producidas, dispersadas a cortas distancias, ocuparán más fácilmente los huecos pequeños, mientras que las provenientes del banco de semillas solamente colonizarán los de mayor tamaño (Grime, 1979).

En una primera aproximación al establecimiento de plántulas en estos prados pirenaicos, se realizó un seguimiento de la germinación en pequeños huecos de vegetación, originados en el pastoreo del ganado bovino (Reiné, 1993; Reiné, (en prensa)). Tras un primer establecimiento de las especies procedentes de la lluvia de semillas, la expansión vegetativa de las plantas adultas acabó cerrando los huecos, estimándose la supervivencia de las plántulas en torno a un 15%. Las especies presentes en el banco de semillas, no se manifestaron en estos huecos, por lo que se concluyó de acuerdo con los postulados de Grime (1979), que el tamaño de estos huecos no era suficiente para activar la germinación de las especies del banco. Estas parecen reservarse para la colonización de espacios abiertos por perturbaciones de la comunidad más intensas.

Con estos antecedentes decidimos analizar en este capítulo el establecimiento de plántulas en prados sometidos a distintos regímenes de gestión ganadera, y cuyos bancos de semilla han sido

estudiados en los capítulos anteriores. De este modo también se ha pretendido evaluar las posibilidades de regeneración de estas comunidades a partir de su banco.

### VIII.1.1. Objetivos

- \* Cuantificar la densidad de plántulas, el número de especies y la composición florística establecida en suelos inalterados y en suelos perturbados de cuatro prados pirenaicos, sometidos a distintos manejos ganaderos.
- \* Cuantificar las germinaciones originadas por la lluvia de semillas, para diferenciarlas de las procedentes del banco de semillas, tanto en los suelos inalterados como en los perturbados.
- \* Estudiar la distribución temporal del establecimiento de plántulas, a lo largo de dos ciclos vegetativos consecutivos, en los que varió el momento en que se efectuó la perturbación del suelo. Analizar las diferencias que pudiera ocasionar este hecho, así como las debidas a los distintos manejos de las cuatro comunidades pratenses.
- \* Relacionar el establecimiento de plántulas con algunos parámetros climáticos como las temperaturas del suelo y los contenidos de humedad del mismo, registrados también a lo largo de los dos ciclos vegetativos.

## VIII.2. MATERIAL Y MÉTODOS

El seguimiento del establecimiento de plántulas en el campo se efectuó durante los años 1994 y 1995 en las cuatro comunidades pirenaicas estudiadas en los anteriores capítulos. Las comunidades se describen en *Material y Métodos Generales*, y de acuerdo con su gestión están siendo denominados en esta memoria como *prado de regadío*, *secano intensivo*, *secano extensivo* y *prado de diente*. La composición taxonómica de la vegetación y del banco de semillas de los mismos ha sido ya estudiada en los capítulos precedentes.

Para cumplir los objetivos propuestos, en cada una de las comunidades se instaló el diseño experimental que se resume en la Figura 41, y que consta de tres superficies de 1m<sup>2</sup> para el estudio de: la germinación bajo la cubierta pratense inalterada (A), la lluvia de semillas procedente de las plantas adultas (B) y la germinación tras la alteración del suelo (C), respectivamente. Sobre cada una de estas superficies se fijaron 10 cilindros de PVC de 10 cm de diámetro y 15 cm de profundidad, en cuyo interior se realizaron los controles del establecimiento. Estas microparcels fueron cercadas durante la fase experimental para evitar la entrada del ganado en las mismas. La siega de la hierba en ellas se realizó siguiendo el mismo ritmo de gestión llevado a cabo por los ganaderos en el exterior de las exclusiones. Un diseño muy similar se documenta en Milberg (1993).

Para estimar la lluvia de semillas, en la parcela B se reemplazó el suelo inalterado por turba estéril en los 10 cilindros de PVC. Esta especie de macetas introducidas en el suelo para capturar las semillas caídas de las plantas adultas, es un método habitualmente utilizado para

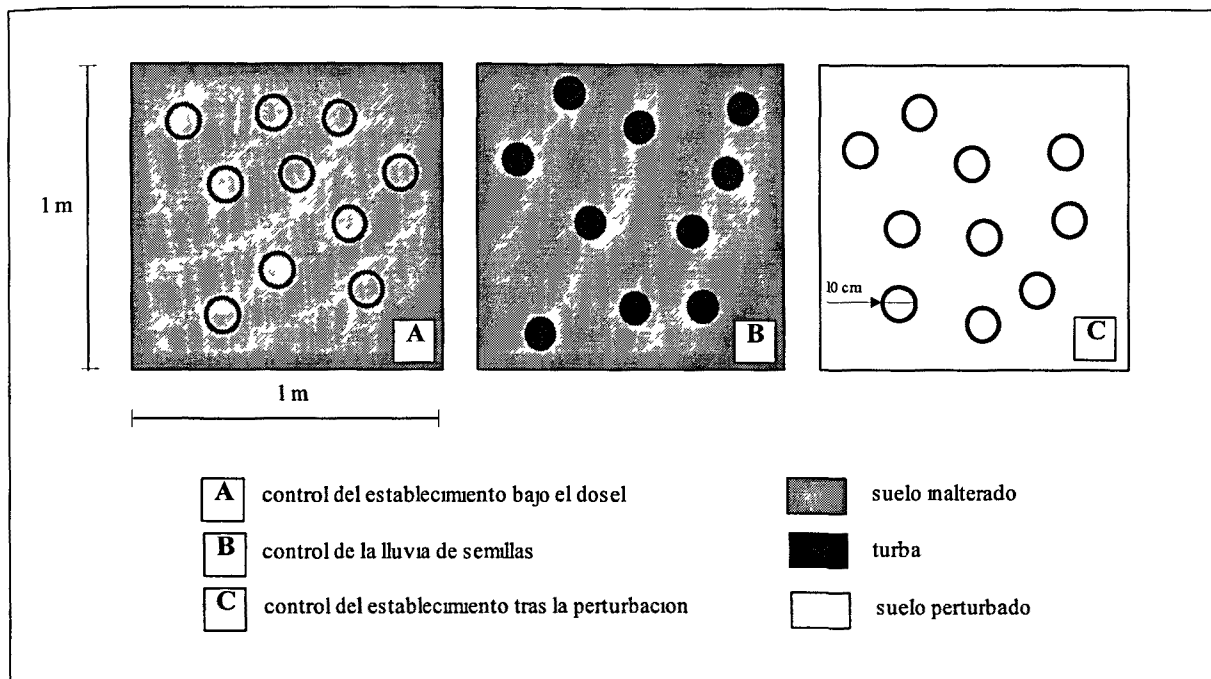


Figura 41: Diseño experimental para los controles del establecimiento de plántulas en los cuatro prados pirenaicos estudiados.

diferenciar en el campo lo germinado a partir de la dispersión y del suelo (Milberg, 1993; Bullock *et al.*, 1994).

La perturbación del suelo de la parcela C se efectuó por volteo de una profundidad de suelo cercana a los 20 cm, eliminando las plantas adultas que con sus renuevos vegetativos pudieran enmascarar nuestros resultados. Varios autores consideran que un hueco de 1m<sup>2</sup> es una superficie suficiente para que en un tapiz de vegetación denso se manifiesten las semillas del banco (Grime, 1979; Fenner, 1985; Grime y Hillier, 1992).

Las parcelas se instalaron durante la última semana de marzo de 1994, fecha en la que se acababan de alcanzar los 300°C día, considerados como inicio de la vegetación de estos prados (Fillat *et al.*, 1994). Las germinaciones se controlaron desde este momento hasta el 9 de diciembre de 1994, en periodos quincenales, que se ampliaron en los meses de menor actividad vegetativa, hasta alcanzar un total de trece observaciones. Tras analizar los resultados obtenidos en 1994 se decidió, en la siguiente campaña, realizar las perturbaciones del suelo al concluir la época estival, en la primera semana de septiembre de 1995, registrándose el establecimiento de las plántulas en periodos quincenales hasta el 12 de diciembre, en siete ocasiones.

Paralelamente, en los mismos intervalos muestrales y mediante el método gravimétrico (Porta *et al.*, 1986), se estimó el contenido de humedad del suelo en los primeros 20 cm. Con la ayuda de una sonda manual de 4,5 cm de diámetro y 20 cm de profundidad, se realizaron 4 extracciones de suelo por prado y por fecha de muestreo, recogiendo los contenidos en botes herméticos. En laboratorio, y por diferencia de peso tras el secado total de las muestras hasta peso constante a 105°C, se obtenían los porcentajes medios de humedad.

Para el control de las temperaturas, se dispuso en cada uno de los prados muestreados, de una estación automática de recogida continua de datos (*data loggers*) marca UNIDATA, modelo 6003A, con 8 canales analógicos y con una memoria de 64 Kb, alimentados por baterías alcalinas. Conectado a uno de estos canales se instaló un sensor de temperatura del suelo (*thermistor*), modelo 6507A, a 10 cm de profundidad. La estación se programó para obtener un dato cada 15 segundos, y proporcionaba cada hora la temperatura media del suelo. A partir de las 24 lecturas diarias se extrajeron los datos correspondientes a la temperaturas diarias medias, máximas y mínimas del suelo.

### **VIII.2.1. Análisis de los datos**

A partir del número de plántulas y de especies identificadas en cada cilindro se estimó la densidad de plántulas establecidas en el suelo en términos de número medio de plántulas/m<sup>2</sup>, y la abundancia de especies como número medio de especies/78,54 cm<sup>2</sup> (superficie de un cilindro). También se calcularon los correspondientes errores estándar de las estimaciones.

Los resultados de los dos parámetros citados no se ajustaron a distribuciones normales, por lo que se decidió el uso de estadística no paramétrica en los distintos análisis, tal y como lo recomiendan Warr *et al.* (1994) y Thompson *et al.* (1997) para los estudios sobre poblaciones de semillas en el suelo. Mediante la Prueba H de Kruskal-Wallis (ANOVA por rangos) se compararon los valores germinados en cada una de las cuatro comunidades, y el Test U de Mann-Whitney (ANOVA por rangos para dos muestras independientes) sirvió para analizar las diferencias entre las densidades y las especies identificadas en los dos años, y para cuantificar las diferencias entre el establecimiento en el suelo perturbado y el debido a la lluvia de semillas. Cuando la primera de las pruebas citadas era significativa, los distintos tipos de prados se agrupaban con el Test de Comparación Múltiple (no paramétrico) de Tukey (Sokal y Rohlf 1979; Zar, 1984; Siegel, 1986).

Las relaciones entre el número medio de plántulas y de especies identificadas en cada muestreo durante las dos campañas de seguimiento, con el contenido de humedad del suelo en los mismos momentos muestrales, se obtuvieron calculando sendas regresiones lineales. En los dos casos el contenido de humedad del suelo se tomó como variable dependiente. La variable independiente *nº medio de plántulas establecidas* fue previamente transformada en su raíz cuadrada.

## **VIII.3. RESULTADOS**

### **VIII.3.1. Densidad y número medio de especies establecidas**

En ninguno de los dos periodos muestrales se identificaron plántulas germinadas bajo la cubierta inalterada de los prados muestreados, únicamente las parcelas B (lluvia de semillas) y C (suelo perturbado) de cada prado presentaron germinaciones. Esta ausencia de establecimiento de plántulas en el dosel no perturbado, se convierte por lo tanto en el principal resultado a reseñar en

VIII. ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO

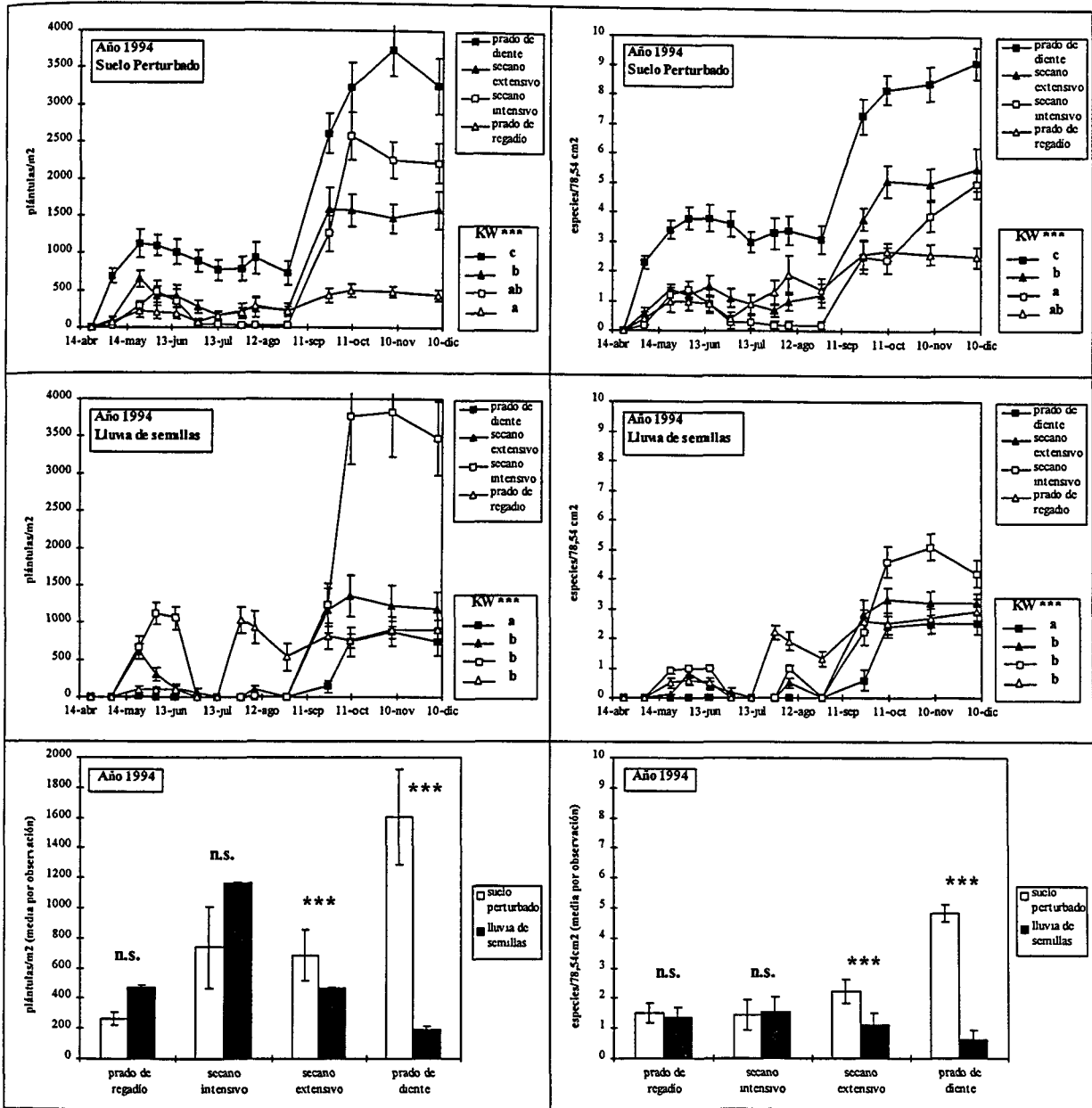


Figura 42: En los cuatro primeros gráficos se representa la densidad media de plántulas, número medio de especies establecidas en 78,54 cm<sup>2</sup>, y error estándar de ambas estimaciones, a lo largo de las trece observaciones realizadas en las parcelas perturbadas y en las diseñadas para capturar la lluvia de semillas en el año 1994. Tras la prueba de Kruskal-Wallis realizada entre los distintos prados y que resultó ser altamente significativa (n=520; p<0,001) en los cuatro análisis, se separaron las comunidades con el Test no paramétrico de Tukey. La misma letra en distintas comunidades indica la ausencia de diferencias significativas para una p<0,05. En los dos últimos gráficos figuran los valores medios por observación del número de plántulas y de especies, junto con sus correspondientes errores estándar. Sobre ellos están representados los resultados de la Prueba de Mann-Withney con la que se compararon el número de plántulas y de especies identificadas en la lluvia de semillas y en el suelo perturbado de cada comunidad (n=260; p<0,001 \*\*\*; p<0,01 \*\*; p<0,05 \*; p>0,05 n.s.)

este apartado. El resto de ellos harán referencia siempre a las cantidades germinadas en el suelo alterado y en las “trampas” de semillas.

En la Figura 42 se representan las densidades de plántulas estimadas en el suelo, y la riqueza específica media, en cada una de las trece observaciones realizadas a lo largo de la campaña de 1994.



En los resultados del suelo perturbado se apreció cómo los máximos del número de plántulas y de especies establecidas en las cuatro comunidades estudiadas, se alcanzaron al finalizar el periodo estival, pasados cinco meses y medio tras la perturbación del suelo. Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis indicaron que en las parcelas extensivas (*prado de diente* y *secano extensivo*), las cantidades de plántulas y de especies fueron significativamente mayores que en las otras dos comunidades. Concretamente en el prado de diente se llegaron a estimar 3.743 plántulas/m<sup>2</sup> y un valor medio de 9,1 especies/78,54 cm<sup>2</sup>. Las plántulas procedentes de la dispersión de las semillas de la vegetación aérea, también germinaron mayoritariamente al finalizar el verano. En estas microparcels y a diferencia del caso anterior, el número de especies y de plántulas identificadas en el prado de manejo más extensivo (*prado de diente*) fue significativamente menor del resto.

Comparando los resultados obtenidos en los suelos perturbados, con los valores de la lluvia de semillas (Test de Mann-Whitney), no se obtuvieron diferencias significativas en el número de especies y de plántulas contabilizadas en el *prado de regadío* y en el *secano intensivo*. Sin embargo en los de régimen de gestión extensiva, las cantidades de estos dos parámetros estimados en el suelo perturbado, fueron significativamente mayores que la lluvia de semillas.

En la Figura 43 se ilustran gráficamente los resultados obtenidos durante el seguimiento realizado en 1995. Cabe recordar que en esta ocasión la perturbación del suelo se produjo en la primera semana de septiembre, por lo que el número de muestreos realizados se redujo a siete. El establecimiento de plántulas se vio incrementado desde esta fecha al 15 de noviembre, siendo en el *prado de diente* donde se establecieron unas cantidades tanto de plántulas como de especies significativamente mayores que en el resto de los prados, que nunca superaron las 1000 plántulas/m<sup>2</sup>, ni las 5 especies/78,54 cm<sup>2</sup>. Respecto a la lluvia de semillas, esta fue muy débil y no existieron diferencias entre las cantidades germinadas en los distintos manejos ganaderos que representaron las cuatro comunidades estudiadas.

Las cantidades inventariadas en las parcelas perturbadas y en las trampas de semillas a lo largo de los siete muestreos de 1995, se compararon con el Test de Mann-Whitney. En esta ocasión, en los cuatro prados analizados, las poblaciones establecidas en el suelo perturbado fueron significativamente superiores a las procedentes de la lluvia de semillas.

Con el objeto de cotejar los resultados obtenidos en los dos años muestreados se efectuó la prueba de Mann-Whitney para los valores registrados en el periodo comprendido entre el 1 de septiembre y el 10 de diciembre de los dos años. En el suelo disturbado, el número de especies parece no depender de la fecha en que se realizó la perturbación, puesto que las cantidades no difieren significativamente entre los dos años. Sin embargo, las cantidades totales de plántulas establecidas en el *prado de diente*, en el *secano extensivo* y en el *secano intensivo* sí que fueron distintas en los dos años. Únicamente el prado más intensivo (*prado de regadío*), no presentó diferencias significativas. Finalmente los resultados alcanzados en las parcelas diseñadas para la estima de la dispersión de las semillas, revelaron unas cantidades muy superiores de plántulas y de especies en los muestreos de 1994, en las cuatro comunidades estudiadas, en este caso por lo tanto, la fecha de inicio del seguimiento parece que influyó claramente en los resultados finales (Figura 44).

VIII. ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO

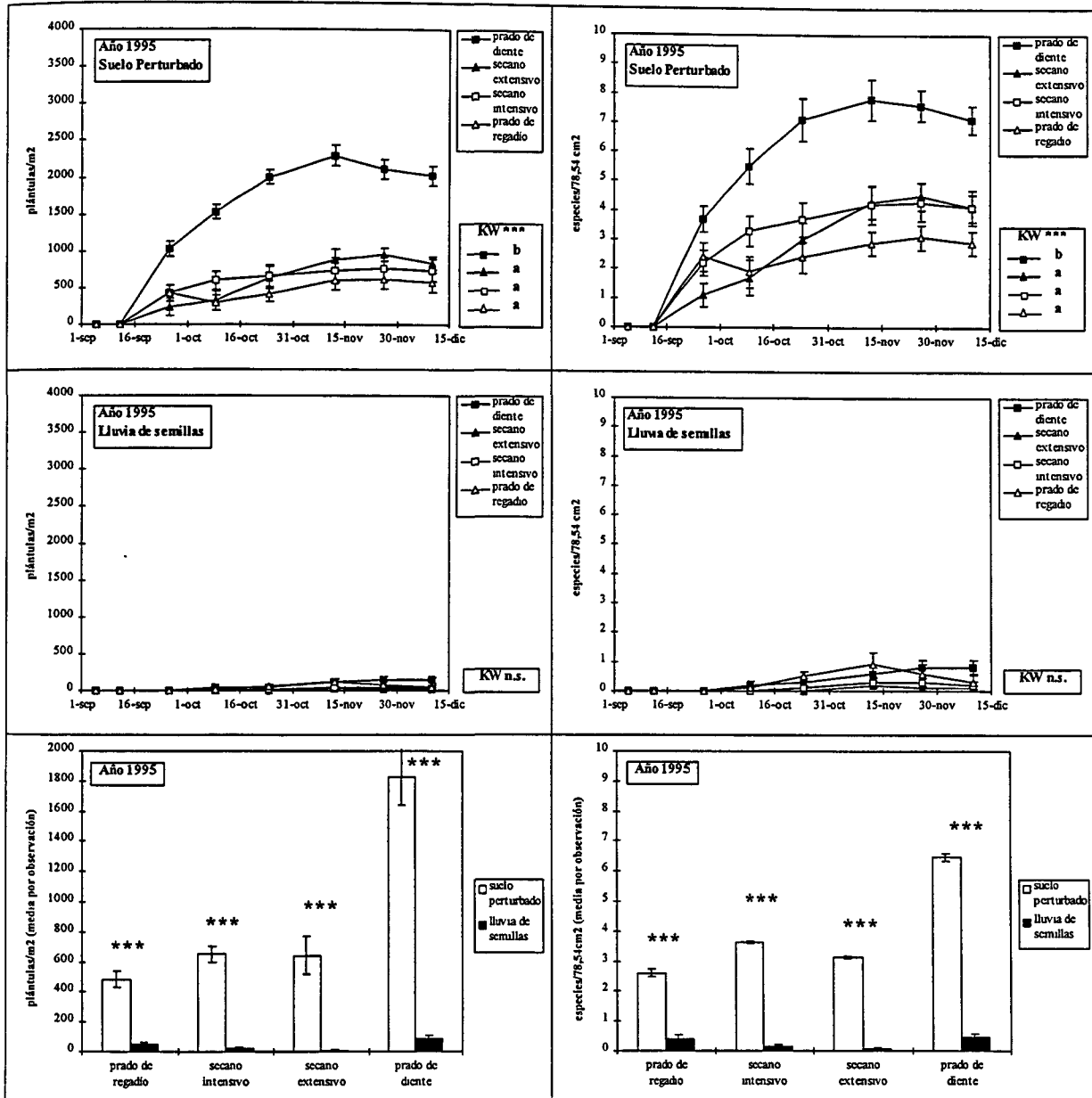


Figura 43: Los cuatro primeros gráficos representan la densidad media de plántulas, el número medio de especies establecidas en 78,54 cm<sup>2</sup>, y el error estándar de ambas estimaciones, a lo largo de las siete observaciones realizadas en las parcelas perturbadas y en las diseñadas para capturar la lluvia de semillas en el año 1995. Tras la prueba de Kruskal-Wallis realizada entre los distintos prados y que resultó ser altamente significativa (n=280; p<0,001) solamente en las parcelas disturbadas, se realizó el Test no paramétrico de Tukey. La misma letra en distintas comunidades indica la ausencia de diferencias significativas para una p<0,05. En los dos últimos gráficos figuran los valores medios por observación del número de plántulas y de especies, junto con sus correspondientes errores estándar. Sobre ellos están representados los resultados de la Prueba de Mann-Withney con la que se compararon el número de plántulas y de especies identificadas en la lluvia de semillas y en el suelo perturbado de cada comunidad (n=140; p<0,001 \*\*\*; p<0,01 \*\*; p<0,05 \*; p>0,05 n.s.)



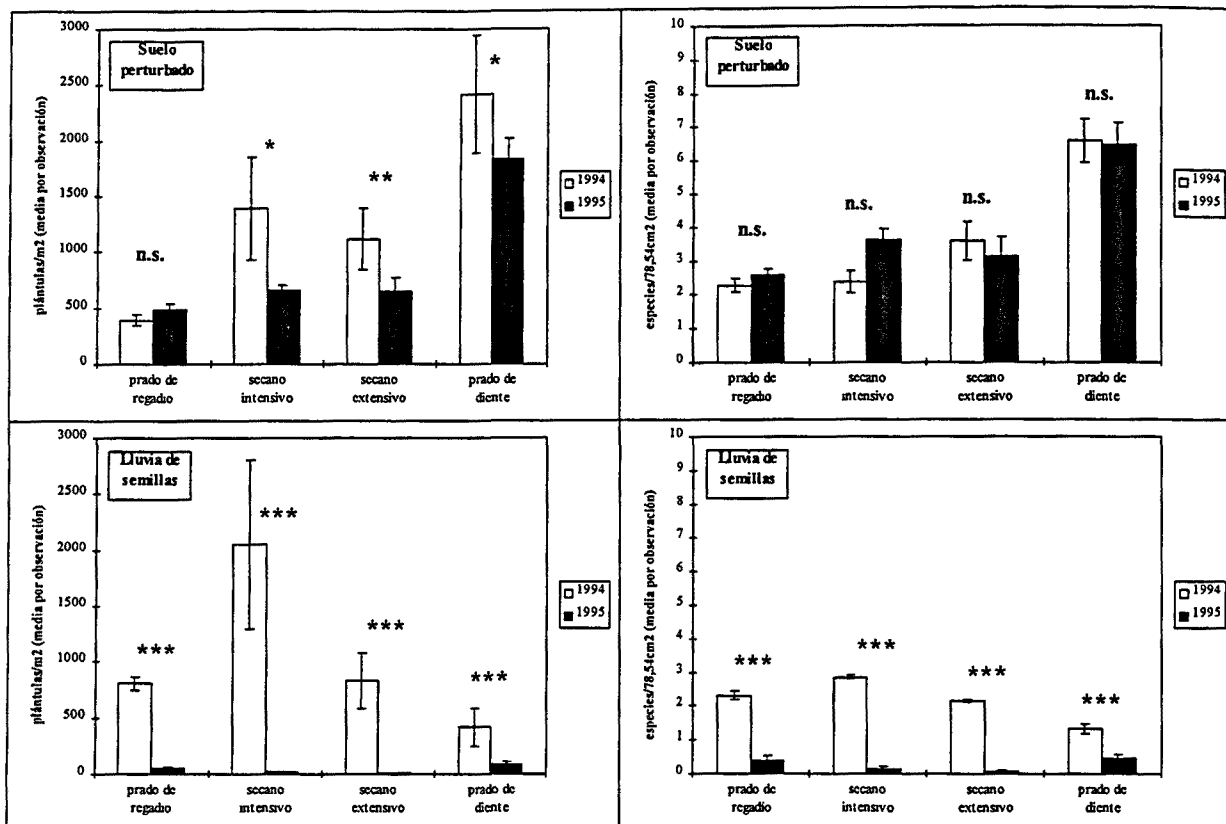


Figura 44: Valores medios por observación del número de plántulas/m<sup>2</sup> y del número de especies establecidas en 87,54 cm<sup>2</sup>, en el periodo comprendido entre el 1 de septiembre y el 10 de diciembre de 1994 y de 1995. Prueba de Mann-Whitney con la que se compararon los dos años (n=120; p<0,001 \*\*\*; p<0,01 \*\*; p<0,05 \*; p>0,05 n.s.).

### VIII.3.2. Composición taxonómica de las poblaciones establecidas

En las tablas de las páginas siguientes se observa la composición florística de las plántulas establecidas en las parcelas perturbadas y en las diseñadas para el control de la lluvia de semillas durante la campaña de 1994 (Tablas 44-47).

Los taxones más abundantemente establecidos en el suelo perturbado del *prado de regadío* durante 1994 (Tabla 44) fueron *Plantago lanceolata* y *Dactylis glomerata*. Taxones que junto con el *Trisetum flavescens* también fueron los más abundantes en la lluvia de semillas. Comparando las especies identificadas en ambas parcelas se cuantificó en un 41,18%, el porcentaje de especies germinadas en el suelo disturbado, que posiblemente se originaron en la lluvia de semillas local, el resto procedería del banco de semillas. Tras cotejar estas poblaciones, con las composiciones florísticas del banco de semillas y de la vegetación aérea de esta comunidad, ya estudiadas en capítulos anteriores, podríamos decir que de las especies germinadas tras la perturbación, solamente el 23 % fueron exclusivas del banco, mientras que el 58% estuvieron presentes tanto en el banco como en la vegetación. El 80% de las especies identificadas en la lluvia de semillas de este prado regado, ya habían sido descritas en la vegetación aérea de la comunidad.

VIII. ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO

FRADO DE REGADÍO SUELO PERTURBADO plántulas/m <sup>2</sup> ± s.e.	AÑO 1994		17-jun-94	1-jul-94	14-jul-94	30-jul-94	12-ago-94	29-ago-94	26-sep-94	11-oct-94	8-nov-94	9-dic-94	POBLACIÓN
	5-may-94	23-may-94											
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	--	--	--	--	--	38,20 ± 27,18	12,73 ± 12,73	89,13 ± 19,45	76,40 ± 28,15	50,93 ± 28,15	63,66 ± 28,47	Vegetación
<i>Atriplex patula</i>	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	--	--	12,73 ± 12,73	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco
<i>Chenopodium album</i>	--	--	12,73 ± 12,73	--	--	25,47 ± 25,47	25,47 ± 16,98	38,20 ± 19,45	25,47 ± 25,47	63,66 ± 21,22	101,86 ± 31,76	89,13 ± 33,15	Banco/Vegetación
<i>Dactylis glomerata</i>	--	--	--	--	--	25,47 ± 25,47	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	Vegetación
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Holcus lanatus</i>	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	--	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco/Vegetación
<i>Leucanthemum vulgare</i>	38,20 ± 38,20	38,20 ± 38,20	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	38,20 ± 27,18	12,73 ± 12,73	76,40 ± 38,90	89,13 ± 42,65	152,79 ± 65,20	216,46 ± 78,38	178,26 ± 66,30	140,06 ± 55,18	Banco/Vegetación
<i>Medicago lupulina</i>	12,73 ± 12,73	50,93 ± 33,95	--	25,47 ± 25,47	50,93 ± 38,90	50,93 ± 38,90	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Plantago lanceolata</i>	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Plantago major</i>	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	--	12,73 ± 12,73	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Poa pratensis</i>	--	--	12,73 ± 12,73	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco
<i>Ranunculus bulbosus</i>	--	--	12,73 ± 12,73	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Stellaria media</i>	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Taraxacum officinale</i>	12,73 ± 12,73	101,86 ± 37,00	114,59 ± 55,18	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Trifolium pratense</i>	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	38,20 ± 19,45	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Trifolium repens</i>	--	--	--	--	--	38,20 ± 19,45	63,66 ± 28,47	12,73 ± 12,73	25,47 ± 25,47	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Trisetum flavescens</i>	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 25,47	--	--	--	Banco/Vegetación
<b>LLUVIA DE SEMILLAS</b>	<b>5-may-94</b>	<b>23-may-94</b>	<b>17-jun-94</b>	<b>1-jul-94</b>	<b>14-jul-94</b>	<b>30-jul-94</b>	<b>12-ago-94</b>	<b>29-ago-94</b>	<b>26-sep-94</b>	<b>11-oct-94</b>	<b>8-nov-94</b>	<b>9-dic-94</b>	<b>POBLACIÓN</b>
plántulas/m <sup>2</sup> ± s.e.													
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	--	--	--	--	178,26 ± 50,93	89,13 ± 38,20	63,66 ± 34,22	76,40 ± 28,15	38,20 ± 19,45	101,86 ± 37,00	12,73 ± 12,73	Vegetación
<i>Dactylis glomerata</i>	--	--	--	--	--	203,72 ± 68,96	101,86 ± 53,01	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	76,40 ± 38,90	Banco/Vegetación
<i>Daucus carota</i>	--	--	--	--	--	--	38,20 ± 38,20	50,93 ± 33,95	63,66 ± 28,47	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	38,20 ± 27,18	Banco/Vegetación
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	--	--	--	38,20 ± 38,20	38,20 ± 38,20	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	38,20 ± 19,45	Vegetación
<i>Holcus lanatus</i>	--	--	--	--	--	--	38,20 ± 38,20	38,20 ± 38,20	369,25 ± 101,24	12,73 ± 12,73	381,98 ± 112,29	381,98 ± 110,68	Banco/Vegetación
<i>Plantago lanceolata</i>	--	--	--	--	--	--	--	38,20 ± 38,20	25,47 ± 25,47	38,20 ± 27,18	38,20 ± 27,18	38,20 ± 27,18	Banco/Vegetación
<i>Picris hieracoides</i>	--	101,86 ± 37,00	101,86 ± 37,00	--	--	649,37 ± 175,46	662,10 ± 169,56	381,98 ± 140,77	267,39 ± 99,45	292,85 ± 78,38	318,32 ± 85,41	305,59 ± 85,31	Banco/Vegetación
<i>Taraxacum officinale</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Trisetum flavescens</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Vicia sativa</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 44: Composición florística de las plántulas establecidas en las parcelas perturbadas, y en las diseñadas para capturar la lluvia de semillas del prado de regadío, durante el año 1994. La densidad se expresa en plántulas establecidas/m<sup>2</sup> ± el error estándar de la estimación. En la última columna se indica la presencia de la especie en las poblaciones del banco y/o de la vegetación, según los análisis realizados en esta comunidad en los capítulos anteriores.



VIII ESTABLECIMIENTO DE PLANTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO

SECANO EXTENSIVO SUFILO PERTURBADO plántulas /m <sup>2</sup> ± s. e.	AÑO 1994										POBLACIÓN			
	5-may-94	23-may-94	4-jun-94	17-jun-94	1-jul-94	14-jul-94	30-jul-94	12-ago-94	29-ago-94	26-sep-94		11-oct-94	8-nov-94	9-dic-94
<i>Amegallia arvensis</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	38,20 ± 27,18	25,47 ± 25,47	Banco
<i>Aphanes arvensis</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	--	--	--	12,73 ± 12,73	Banco
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	25,47 ± 16,98	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	--	Banco/Vegetación
<i>Brachypodium pinnatifidum</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Bromus hordeaceus</i>	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Carlina sp</i>	--	--	--	--	--	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	Banco/Vegetación
<i>Centaura nigra</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Cerastium fontanum</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Dactylis glomerata</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Holcus lanatus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Hypericum perforatum</i>	--	--	--	63,66 ± 34,22	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco
<i>Leontodon hispidus</i>	--	--	--	12,73 ± 12,73	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Lotus corniculatus</i>	--	76,40 ± 38,90	63,66 ± 39,13	50,93 ± 28,15	63,66 ± 39,13	38,20 ± 27,18	50,93 ± 28,15	50,93 ± 28,15	50,93 ± 28,15	534,78 ± 94,52	343,78 ± 93,08	318,32 ± 63,66	3568,52 ± 62,38	Banco/Vegetación
<i>Medicago lupulina</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco
<i>Medicago sativa</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Ononis spinosa</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco
<i>Plantago lanceolata</i>	12,73 ± 12,73	152,79 ± 80,08	12,73 ± 12,73	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Plantago major</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Poa pratensis</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Prunella laciniata</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco
<i>Sanguisorba minor</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Stellaria media</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Taraxacum officinale</i>	12,73 ± 12,73	407,45 ± 153,97	331,05 ± 143,55	267,39 ± 159,32	165,53 ± 91,13	38,20 ± 27,18	127,33 ± 102,22	114,59 ± 76,98	89,13 ± 53,85	25,47 ± 16,98	50,93 ± 20,79	89,13 ± 42,65	89,13 ± 42,65	Banco/Vegetación
<i>Trisetum repens</i>	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	178,26 ± 106,02	--	76,40 ± 43,28	76,40 ± 43,28	12,73 ± 12,73	38,20 ± 27,18	Banco/Vegetación
<i>Trisetum flavescens</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco
<i>Valerianella deniata</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Veronica officinalis</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Banco
<i>Vicia sativa</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<b>LLUVIA DE SEMILLAS</b>	<b>5-may-94</b>	<b>23-may-94</b>	<b>4-jun-94</b>	<b>17-jun-94</b>	<b>1-jul-94</b>	<b>14-jul-94</b>	<b>30-jul-94</b>	<b>12-ago-94</b>	<b>29-ago-94</b>	<b>26-sep-94</b>	<b>11-oct-94</b>	<b>8-nov-94</b>	<b>9-dic-94</b>	<b>POBLACIÓN</b>
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	38,20 ± 27,18	50,93 ± 28,15	38,20 ± 27,18	38,20 ± 27,18	Vegetación
<i>Bromus hordeaceus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	89,13 ± 53,85	114,59 ± 64,23	114,59 ± 64,23	38,20 ± 38,20	Vegetación
<i>Dactylis glomerata</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	381,98 ± 120,05	445,65 ± 133,20	394,72 ± 120,72	216,46 ± 57,10	Banco/Vegetación
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	--	--	--	--	63,66 ± 34,22	--	38,20 ± 27,18	38,20 ± 27,18	12,73 ± 12,73	--	Vegetación
<i>Holcus lanatus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	471,11 ± 269,13	534,78 ± 229,19	496,38 ± 208,31	713,04 ± 179,27	Banco/Vegetación
<i>Leucanthemum vulgare</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	38,20 ± 19,45	Banco/Vegetación
<i>Ononis spinosa</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	--
<i>Picris hieracoides</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco/Vegetación
<i>Plantago lanceolata</i>	--	611,17 ± 101,86	305,59 ± 85,31	114,59 ± 64,23	63,66 ± 51,11	--	--	--	--	25,47 ± 16,98	38,20 ± 19,45	50,93 ± 20,79	50,93 ± 28,15	Banco/Vegetación
<i>Taraxacum officinale</i>	--	--	--	--	63,66 ± 51,11	--	--	--	--	114,59 ± 44,31	114,59 ± 44,31	76,40 ± 33,95	38,20 ± 19,45	Banco/Vegetación
<i>Trisetum flavescens</i>	--	--	--	--	--	--	--	38,20 ± 27,18	--	--	--	--	--	Vegetación

**Tabla 46:** Composición florística de las plántulas establecidas en las parcelas perturbadas, y en las diseñadas para capturar la lluvia de semillas del prado de secano extensivo, durante el año 1994. La densidad se expresa en plántulas establecidas/m<sup>2</sup> ± el error estándar de la estimación. En la última columna se indica la presencia de la especie en las poblaciones del banco y/o de la vegetación, según los análisis realizados en esta comunidad en los capítulos anteriores.



Las gramíneas *Holcus lanatus* y *Trisetum flavescens* dominaron el establecimiento de plántulas del prado de secano con régimen de explotación intensivo, tanto en el suelo perturbado, como en las trampas de semillas, donde *Dactylis glomerata* fue también muy abundante. Las plántulas se contabilizan en la Tabla 45. En esta ocasión el porcentaje de especies presentes en la alteración del suelo, que podrían deberse a la semilla recientemente dispersada ascendió al 58,82%, y la comparación con los taxones identificados en el banco de semillas y en la vegetación aérea de este prado permitió cuantificar en el suelo alterado, un 29% de especies propias del banco, y un 41% de taxones comunes al banco y a la vegetación. En cuanto a la lluvia de semillas, el 90% de su composición florística se identificó en la vegetación aérea de este prado.

Los resultados del establecimiento de plántulas en el prado de secano, con régimen de gestión extensiva, se resumen en la Tabla 46. En esta ocasión aumentó el número de especies germinadas en el suelo alterado a 29 (12 especies más que en los dos casos anteriores), entre las que destacaron las gramíneas *Dactylis glomerata* y *Holcus lanatus*, y las dicotiledóneas *Taraxacum officinale* y *Medicago lupulina*. Precisamente fue esta leguminosa la única de las cuatro especies que no repitió su dominio en la lluvia de semillas. Tras la comparación de los taxones germinados en las dos parcelas, se cuantificó en un 31% el porcentaje de especies germinadas en el suelo disturbado y originadas en la lluvia de semillas local. De las especies establecidas en la perturbación del suelo, un 45% habían sido ya identificadas como comunes al banco y a la vegetación aérea del prado, mientras que un 21% serían exclusivas del banco. También en este *secano extensivo*, el 90% de la composición florística de la lluvia de semillas, había sido identificada en la vegetación aérea.

En la Tabla 47 se cuantifican las plántulas de las distintas especies establecidas en las exclusiones del *prado de diente*, a lo largo de 1994. En el suelo alterado de esta comunidad se establecieron 33 especies, siendo las más abundantes las dicotiledóneas, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Galium verum* y *Medicago lupulina*. Entre las especies procedentes de la lluvia de semillas predominó *Taraxacum officinale*, en esta ocasión las gramíneas estuvieron escasamente representadas. El porcentaje de especies del suelo perturbado que posiblemente germinaron a partir de la lluvia de semillas se situó en un 30%, valor prácticamente idéntico al que se calculó en el *secano extensivo*. Al comparar estas poblaciones, con la composición florística del banco de semillas y de la vegetación aérea de este prado, podríamos decir que de las especies germinadas tras la perturbación, el 28% fueron características del banco, mientras que el 59% estuvieron presentes tanto en el banco como en la vegetación. El 70% de las especies identificadas en la lluvia de semillas de este prado regado, ya habían sido descritas en la vegetación aérea de la comunidad.

La composición florística de las plántulas establecidas en las parcelas perturbadas y en las diseñadas para el control de la lluvia, durante el año 1995 se resumen en la cuatro tablas siguientes (Tablas 48-51). Recordemos que en ese año la alteración del suelo se produjo al finalizar el periodo estival, por lo que el número de observaciones se redujo considerablemente.

La gramínea *Holcus lanatus* fue la especie más importante en el establecimiento de la parcela perturbada y de la lluvia de semillas del *prado de regadío*, durante el año 1995 (Tabla 48). El número de especies identificadas descendió con respecto al año anterior, y la germinación

EL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN LAS COMUNIDADES PRATENSES DE MONTAÑA

PRADO DE REGADÍO SUELO PERTURBADO plántulas /m2 ± s.e.	AÑO 1995							POBLACIÓN
	14-sep-95	28-sep-95	11-oct-95	26-oct-95	14-nov-95	28-nov-95	12-dic-95	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	101,86 ± 37,00	--	--	--	--	--	Vegetación
<i>Atriplex patula</i>	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	--	Banco
<i>Dactylis glomerata</i>	--	76,40 ± 28,15	89,13 ± 27,18	101,86 ± 31,76	101,86 ± 31,76	76,40 ± 28,15	76,40 ± 28,15	Banco/Vegetación
<i>Festuca pratensis</i>	--	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	101,86 ± 53,01	101,86 ± 53,01	101,86 ± 53,01	Vegetación
<i>Holcus lanatus</i>	--	50,93 ± 28,15	76,40 ± 38,90	114,59 ± 40,04	152,79 ± 62,38	152,79 ± 62,38	152,79 ± 62,38	Banco/Vegetación
<i>Lamium purpureum</i>	--	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	--	Banco
<i>Leucanthemum vulgare</i>	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Medicago lupulina</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco
<i>Plantago lanceolata</i>	--	--	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco/Vegetación
<i>Poa pratensis</i>	--	38,20 ± 19,45	63,66 ± 28,47	89,13 ± 33,15	101,86 ± 37,00	101,86 ± 37,00	89,13 ± 33,15	Banco/Vegetación
<i>Stellaria media</i>	--	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 25,47	50,93 ± 28,15	76,40 ± 33,95	76,40 ± 33,95	Banco
<i>Taraxacum officinale</i>	--	50,93 ± 33,95	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Trisetum flavescens</i>	--	63,66 ± 39,13	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	25,47 ± 25,47	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco/Vegetación
LLUVIA DE SEMILLAS plántulas/m2 ± s.e.	14-sep-95	28-sep-95	11-oct-95	26-oct-95	14-nov-95	28-nov-95	12-dic-95	POBLACIÓN
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	25,47 ± 16,98	38,20 ± 27,18	12,73 ± 12,73	--	Vegetación
<i>Holcus lanatus</i>	--	--	12,73 ± 12,73	38,20 ± 19,45	50,93 ± 20,79	38,20 ± 20,13	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Plantago lanceolata</i>	--	--	--	--	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	Banco/Vegetación

Tabla 48: Composición florística de las plántulas establecidas en las parcelas perturbadas, y en las diseñadas para capturar la lluvia de semillas del prado de regadío, durante el año 1995. La densidad se expresa en plántulas establecidas/m<sup>2</sup> ± el error estándar de la estimación. En la última columna se indica la presencia de la especie en las poblaciones del banco y/o de la vegetación, según los análisis realizados en esta comunidad en los capítulos anteriores.

debida a la dispersión reciente de las semillas sólo alcanzó al 23% de las especies establecidas en la alteración. De estas trece especies, cuatro se podrían considerar típicas del banco de este prado, y 7 se habían catalogado como comunes al banco y a la vegetación de la comunidad.

La Tabla 49 está confeccionada con las densidades de las distintas especies establecidas durante el control de las parcelas del prado de *secano intensivo*, en el año 1995. De nuevo las gramíneas *Holcus lanatus* y *Poa pratensis* fueron mayoritarias en la parcela alterada, en la lluvia de semillas solamente se individualizaron plántulas de *Festuca pratensis* y *Holcus lanatus*. El número de especies identificadas en la perturbación del suelo fue el mismo que en el año

SECANO INTENSIVO SUELO PERTURBADO plántulas /m2 ± s.e.	AÑO 1995							POBLACIÓN
	14-sep-95	28-sep-95	11-oct-95	26-oct-95	14-nov-95	28-nov-95	12-dic-95	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	--	--	--	--	Vegetación
<i>Bellis perennis</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Vegetación
<i>Dactylis glomerata</i>	--	25,47 ± 16,98	63,66 ± 28,47	89,13 ± 33,15	89,13 ± 33,15	89,13 ± 33,15	89,13 ± 33,15	Banco/Vegetación
<i>Festuca pratensis</i>	--	12,73 ± 12,73	50,93 ± 28,15	50,93 ± 28,15	50,93 ± 28,15	50,93 ± 28,15	50,93 ± 28,15	Vegetación
<i>Holcus lanatus</i>	--	89,13 ± 33,15	140,06 ± 48,21	152,79 ± 45,71	152,79 ± 45,71	152,79 ± 45,71	152,79 ± 45,71	Banco/Vegetación
<i>Lamium purpureum</i>	--	25,47 ± 25,47	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco
<i>Lolium perenne</i>	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Vegetación
<i>Medicago lupulina</i>	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco/Vegetación
<i>Ononis spinosa</i>	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Vegetación
<i>Picris hieracioides</i>	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Plantago lanceolata</i>	--	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Poa pratensis</i>	--	25,47 ± 16,98	76,40 ± 33,95	101,86 ± 41,59	140,06 ± 51,81	152,79 ± 53,01	152,79 ± 53,01	Banco/Vegetación
<i>Ranunculus bulbosus</i>	--	--	38,20 ± 27,18	50,93 ± 33,95	63,66 ± 28,47	63,66 ± 28,47	50,93 ± 28,15	Banco
<i>Stellaria media</i>	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	--	--	--	Banco
<i>Taraxacum officinale</i>	--	63,66 ± 28,47	76,40 ± 33,95	76,40 ± 28,15	89,13 ± 27,18	89,13 ± 27,18	89,13 ± 27,18	Banco/Vegetación
<i>Trisetum flavescens</i>	--	114,59 ± 87,91	50,93 ± 28,15	38,20 ± 27,18	38,20 ± 27,18	38,20 ± 27,18	25,47 ± 25,47	Vegetación
<i>Veronica chamaedrys</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	--
LLUVIA DE SEMILLAS plántulas/m2 ± s.e.	14-sep-95	28-sep-95	11-oct-95	26-oct-95	14-nov-95	28-nov-95	12-dic-95	POBLACIÓN
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	--	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	Vegetación
<i>Holcus lanatus</i>	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación

Tabla 49: Composición florística de las plántulas establecidas en las parcelas perturbadas, y en las diseñadas para capturar la lluvia de semillas del secano intensivo, durante el año 1995. La densidad se expresa en plántulas establecidas/m<sup>2</sup> ± el error estándar de la estimación. En la última columna se indica la presencia de la especie en las poblaciones del banco y/o de la vegetación, según los análisis realizados en esta comunidad en los capítulos anteriores.

VIII. ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO

SECANO EXTENSIVO SUELO PERTURBADO plántulas /m2 ± s.e.	AÑO 1995							POBLACIÓN
	14-sep-95	28-sep-95	11-oct-95	26-oct-95	14-nov-95	28-nov-95	12-dic-95	
<i>Agrimonia eupatoria</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco
<i>Cerastium fontanum</i>	--	--	--	--	25,47 ± 25,47	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Chenopodium album</i>	--	--	--	--	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	--	Banco
<i>Dactylis glomerata</i>	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	Banco/Vegetación
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	50,93 ± 38,90	38,20 ± 27,18	38,20 ± 27,18	38,20 ± 27,18	Banco
<i>Holcus lanatus</i>	--	127,33 ± 89,03	101,86 ± 53,01	152,79 ± 59,42	165,53 ± 57,10	152,79 ± 59,42	152,79 ± 59,42	Banco/Vegetación
<i>Lamium purpureum</i>	--	12,73 ± 12,73	50,93 ± 38,90	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	Banco
<i>Medicago lupulina</i>	--	12,73 ± 12,73	38,20 ± 19,45	152,79 ± 56,31	203,72 ± 66,30	254,66 ± 75,92	152,79 ± 56,31	Banco/Vegetación
<i>Picris hieracioides</i>	--	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Plantago lanceolata</i>	--	12,73 ± 12,73	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Poa pratensis</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	50,93 ± 28,15	38,20 ± 27,18	Banco/Vegetación
<i>Prunella laciniata</i>	--	--	--	--	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	38,20 ± 27,18	Banco
<i>Ranunculus bulbosus</i>	--	12,73 ± 12,73	50,93 ± 20,79	63,66 ± 28,47	89,13 ± 38,20	89,13 ± 38,20	89,13 ± 38,20	Banco/Vegetación
<i>Stellaria media</i>	--	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	50,93 ± 28,15	Banco
<i>Trisetum flavescens</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	Banco
<i>Valerianella dentata</i>	--	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco
<i>Verbena officinalis</i>	--	--	--	12,73 ± 12,73	50,93 ± 28,15	50,93 ± 28,15	50,93 ± 28,15	Banco
<i>Veronica arvensis</i>	--	--	--	89,13 ± 42,65	101,86 ± 41,59	101,86 ± 41,59	101,86 ± 41,59	Banco
<i>Vicia sativa</i>	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<b>LLUVIA DE SEMILLAS</b> plántulas/m2 ± s.e.								
	14-sep-95	28-sep-95	11-oct-95	26-oct-95	14-nov-95	28-nov-95	12-dic-95	POBLACIÓN
<i>Picris hieracioides</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	--	--	Banco/Vegetación
<i>Vicia sativa</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación

Tabla 50: Composición florística de las plántulas establecidas en las parcelas perturbadas, y en las diseñadas para capturar la lluvia de semillas del secano extensivo, durante el año 1995. La densidad se expresa en plántulas establecidas/m<sup>2</sup> ± el error estándar de la estimación. En la última columna se indica la presencia de la especie en las poblaciones del banco y/o de la vegetación, según los análisis realizados en esta comunidad en los capítulos anteriores.

anterior, sin embargo en la lluvia de semillas descendieron, al igual que descendió al 11,76% el porcentaje de especies de la superficie alterada atribuido a la dispersión reciente. El 23% de las especies germinadas en el suelo volteado habían sido identificadas exclusivamente en el banco de semillas de este prado.

En el prado de secano con régimen de gestión extensiva, las especies establecidas en este muestreo se redujeron respecto al año anterior: de 29 pasaron a 19 en la parcela alterada, y de 11 a 2 en la lluvia de semillas, resultando ésta prácticamente despreciable. *Medicago lupulina*, *Holcus lanatus* y *Veronica arvensis* fueron las especies más abundantes en el primer caso. Se cuantificó en un 10,52% el porcentaje de las especies establecidas en la alteración que podrían proceder de la lluvia de semillas local. Comparando con las composiciones del banco de semillas y de la vegetación aérea de esta comunidad, descritas en capítulos anteriores, podríamos concluir que el 36,84% de las especies identificadas en la perturbación son exclusivas del banco de semillas, mientras que las restantes también se habían identificado en la vegetación aérea. Estos resultados se resumen en la Tabla 50.

Finalmente la Tabla 51 muestra los resultados del establecimiento de plántulas en las microparcelas del *prado de diente*, durante el año 1995. Si en el año anterior habían sido 22 los taxones establecidos en la perturbación del suelo, y 10 los "capturados" en las trampas de semillas, en este año se redujeron a 22 y 4 respectivamente. *Daucus carota*, *Holcus lanatus*, *Plantago major* y *Stellaria media* dominaron en la parcela alterada, cuya composición taxonómica, se debe en un 18,18% a las semillas dispersadas recientemente por las plantas adultas de la comunidad. Tras la comparación con la composición florística de la vegetación aérea y del banco de semillas de la comunidad, estimamos en un 27,28% las especies establecidas en la alteración que únicamente podrían proceder del banco, mientras el 72,72% restante, ya habían sido descritas comunes al banco y a la vegetación.



PRADO DE DIENTE SUELO PERTURBADO plántulas /m2 ± s.e.	AÑO 1995							POBLACIÓN
	14-sep-95	28-sep-95	11-oct-95	26-oct-95	14-nov-95	28-nov-95	12-dic-95	
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	--	38,20 ± 27,18	50,93 ± 28,15	38,20 ± 38,20	50,93 ± 38,90	76,40 ± 43,28	63,66 ± 43,49	Banco/Vegetación
<i>Bellis perennis</i>	--	--	12,73 ± 12,73	38,20 ± 19,45	38,20 ± 19,45	38,20 ± 19,45	38,20 ± 19,45	Banco
<i>Brachypodium pinnatum</i>	--	89,13 ± 42,65	89,13 ± 42,65	127,33 ± 50,22	127,33 ± 50,22	140,06 ± 48,21	152,79 ± 45,71	Banco/Vegetación
<i>Cerastium fontanum</i>	--	--	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	--	Banco/Vegetación
<i>Crepis capillaris</i>	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	38,20 ± 19,45	38,20 ± 19,45	38,20 ± 19,45	38,20 ± 19,45	Banco
<i>Dactylis glomerata</i>	--	--	50,93 ± 28,15	76,40 ± 33,95	101,86 ± 37,00	50,93 ± 28,15	38,20 ± 27,18	Banco/Vegetación
<i>Daucus carota</i>	--	152,79 ± 56,31	178,26 ± 76,40	292,85 ± 98,72	343,78 ± 95,00	369,25 ± 103,01	356,52 ± 101,86	Banco/Vegetación
<i>Gaium verum</i>	--	127,33 ± 56,94	165,53 ± 53,85	152,79 ± 53,01	140,06 ± 51,81	101,86 ± 53,01	101,86 ± 53,01	Banco/Vegetación
<i>Helianthemum mummularum</i>	--	--	--	--	38,20 ± 27,18	--	25,47 ± 25,47	Banco/Vegetación
<i>Hieracium pilosella</i>	--	--	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco/Vegetación
<i>Holcus lanatus</i>	--	152,79 ± 53,01	394,72 ± 91,92	445,65 ± 81,09	496,58 ± 83,71	420,18 ± 63,10	420,18 ± 63,10	Banco/Vegetación
<i>Lamium purpureum</i>	--	--	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	38,20 ± 27,18	63,66 ± 28,47	50,93 ± 28,15	Banco
<i>Lotus corniculatus</i>	--	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	--	Banco/Vegetación
<i>Medicago lupulina</i>	--	--	--	50,93 ± 20,79	63,66 ± 28,47	101,86 ± 45,71	101,86 ± 45,71	Banco
<i>Plantago lanceolata</i>	--	50,93 ± 28,15	38,20 ± 19,45	50,93 ± 20,79	50,93 ± 20,79	50,93 ± 20,79	38,20 ± 19,45	Banco/Vegetación
<i>Plantago major</i>	--	318,32 ± 85,41	343,78 ± 78,38	356,52 ± 84,46	420,18 ± 63,10	331,05 ± 66,30	318,32 ± 60,77	Banco/Vegetación
<i>Poa pratensis</i>	--	--	--	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	25,47 ± 25,47	Banco/Vegetación
<i>Potentilla erecta</i>	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Prunella laciniata</i>	--	--	12,73 ± 12,73	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	25,47 ± 16,98	Banco
<i>Ranunculus bulbosus</i>	--	--	--	--	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación
<i>Sanguisorba minor</i>	--	12,73 ± 12,73	--	--	--	--	--	Banco/Vegetación
<i>Stellaria media</i>	--	63,66 ± 28,47	76,40 ± 28,15	165,53 ± 42,65	203,72 ± 47,26	190,99 ± 47,45	178,26 ± 50,93	Banco
LLUVIA DE SEMILLAS plántulas/m2 ± s.e.	14-sep-95	28-sep-95	11-oct-95	26-oct-95	14-nov-95	28-nov-95	12-dic-95	POBLACIÓN
<i>Brachypodium pinnatum</i>	--	--	--	--	50,93 ± 38,90	50,93 ± 38,90	38,20 ± 27,18	Banco/Vegetación
<i>Crepis capillaris</i>	--	--	--	--	--	38,20 ± 27,18	50,93 ± 28,15	Banco
<i>Daucus carota</i>	--	--	38,20 ± 27,18	50,93 ± 28,15	63,66 ± 28,47	38,20 ± 27,18	38,20 ± 27,18	Banco/Vegetación
<i>Hieracium pilosella</i>	--	--	--	--	--	25,47 ± 16,98	12,73 ± 12,73	Banco/Vegetación

Tabla 51: Composición florística de las plántulas establecidas en las parcelas perturbadas, y en las diseñadas para capturar la lluvia de semillas del prado de diente, durante el año 1995. La densidad se expresa en plántulas establecidas/m<sup>2</sup> ± el error estándar de la estimación. En la última columna se indica la presencia de la especie en las poblaciones del banco y/o de la vegetación, según los análisis realizados en esta comunidad en los capítulos anteriores.

### VIII.3.3. Relación con los parámetros microclimáticos

En las Figuras 45 y 46 quedan reflejados los valores diarios de las temperaturas media, máxima y mínima del suelo, registradas por el sensor situado a 10 cm de profundidad, durante los años 1994 y 1995 respectivamente.

En la primera de las ilustraciones podemos observar que durante los meses de julio, agosto y la primera quincena de septiembre, las temperaturas medias del suelo se mantienen por encima de los 20°C, originando los máximos valores de la campaña. Además en este periodo existió una gran variación diaria de las temperaturas (mayor amplitud térmica). Fue precisamente en estos meses estivales cuando, tras una primera fase de establecimiento primaveral, las germinaciones descendieron hasta el inicio del otoño (ver Figura 42). Solapando las dos gráficas mencionadas, se aprecia cómo las dos épocas de máximos establecimiento de plántulas ocurrieron con unas temperaturas medias del suelo entre los 10°C y los 15°C. En la Figura 45 puede adivinarse en la gráfica correspondiente al *prado de regadío*, el efecto refrescante del riego sobre las temperaturas del suelo, en los meses de verano.

VIII. ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO

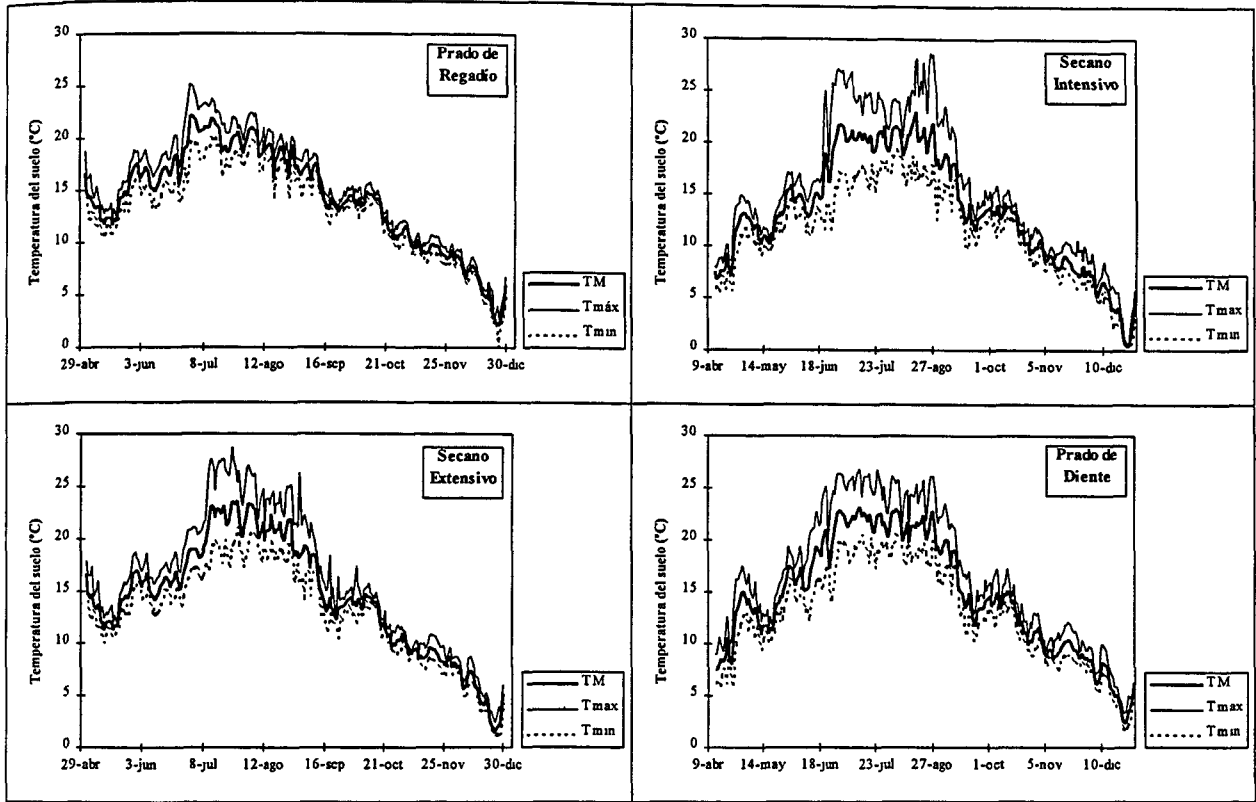


Figura 45: Temperaturas diarias del suelo (*TM*: media, *Tmáx*: máxima y *Tmín*: mínima) en las cuatro comunidades pratenses, durante el control del establecimiento de plántulas del año 1994, registradas todas ellas a 10 cm de profundidad.

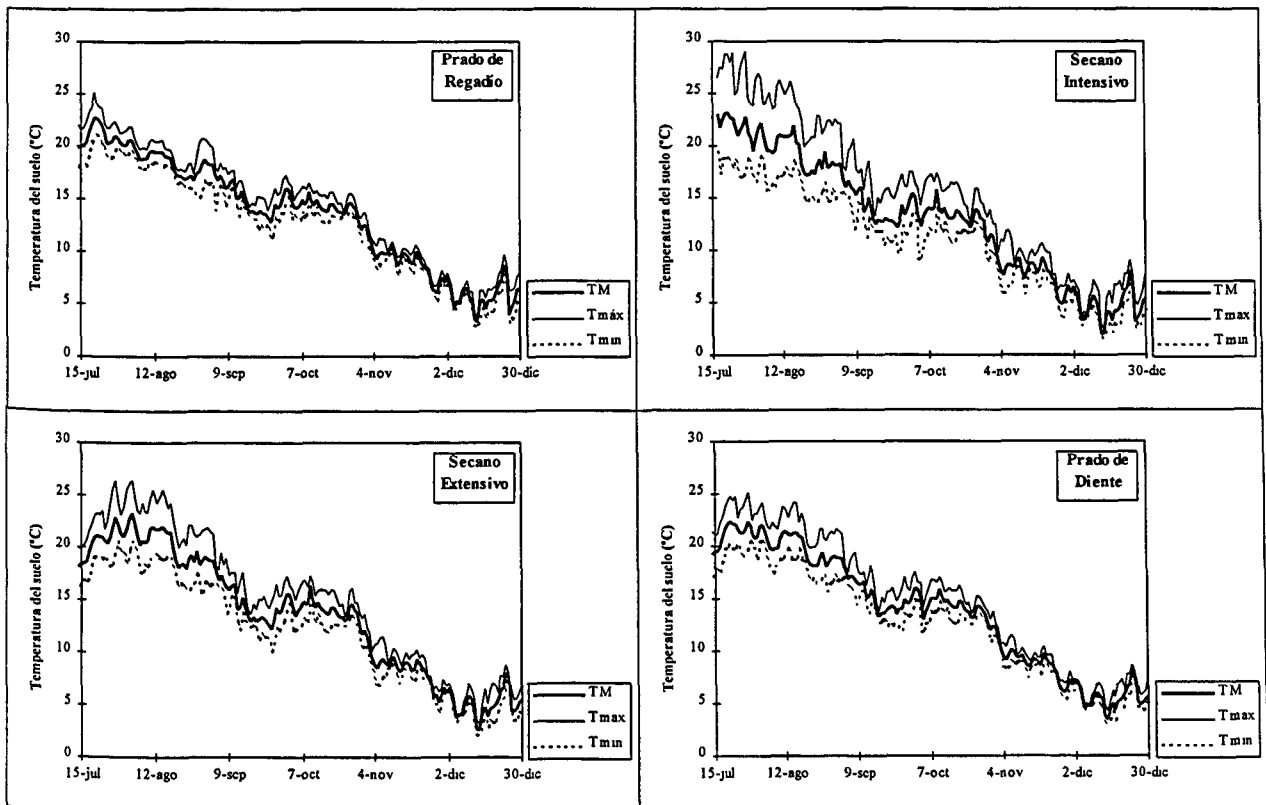


Figura 46: Temperaturas diarias del suelo (*TM*: media, *Tmáx*: máxima y *Tmín*: mínima) en las cuatro comunidades pratenses, durante el control del establecimiento de plántulas del año 1995, registradas todas ellas a 10 cm de profundidad.

En la Figura 46, correspondiente a la variación de las temperaturas del suelo durante el control del establecimiento de plántulas de 1995, también puede evaluarse entre 10°C y 15°C, el rango de temperaturas medias diarias del suelo que más favorecen el establecimiento de las plántulas en condiciones de campo. En este año, debido a la fecha del comienzo del seguimiento, no pudo constatarse la paralización en el establecimiento debido a los máximos estivales.

Los resultados obtenidos mediante el control del contenido de humedad en los primeros 20 cm del suelo, durante los años 1994 y 1995, se representan en las Figuras 47 y 48. En ellas, además de los valores medios del porcentaje de humedad y sus desviaciones estándar, figuran también los valores del punto de marchitez y de la capacidad de campo de cada uno de los suelos. A este respecto puede apuntarse cómo la capacidad de retención de agua por el suelo aumenta claramente con la intensificación de la parcela, al igual que aumenta el agua utilizable por las plantas, es decir, la diferencia entre el contenido de humedad a la capacidad máxima de retención del suelo (capacidad de campo), y la del punto de marchitez.

En la Figura 47, correspondiente a la campaña del año 1994, se observa que el contenido de humedad del suelo descendió en dos ocasiones por debajo del punto de marchitez, en la estación estival. El segundo de estos mínimos fue evitado en el *prado de regadío*, sin duda, por el efecto del riego, que se comenzó a aplicar desde principios de julio. Estos dos mínimos coinciden con el descenso en el establecimiento de plántulas que se produjo en todos los prados durante estos meses de verano (Figura 42). Pero además los dos máximos de establecimiento, también coinciden con los momentos en que las lluvias llevaron a los suelos a alcanzar su capacidad de campo, hecho que sucedió a finales de mayo y a finales de septiembre.

Las gráficas de la Figura 48, hacen referencia al seguimiento del contenido hídrico del suelo, paralelo al establecimiento de plántulas de la campaña otoñal de 1995. Muestran cómo a partir de la segunda quincena de septiembre, el contenido de humedad de los suelos aumenta gradualmente, al igual que aumentan las densidades de plántulas establecidas en esos suelos (ver Figura 43). También en estas cuatro gráficas cabe reparar en los mínimos hídricos del periodo estival, de nuevo en este año por debajo del punto de marchitez, aunque otra vez el *prado de regadío* se convirtió en una excepción, como era lógico suponer. Los contenidos máximos otoñales en este año no alcanzaron la capacidad de campo, salvo en el *prado de diente*, aunque ya dijimos que esta comunidad de manejo tan extensivo, se caracterizaba por tener una capacidad de retención de agua menor. Los resultados por lo tanto parecen indicar que esta vez las lluvias otoñales no fueron tan abundantes como el año anterior, puesto que humedecieron menos intensamente los suelos.

Puesto que con una comparación meramente visual de las gráficas descritas en los párrafos precedentes, la relación entre los porcentajes de humedad en el suelo y la cantidad de plántulas presentes en el mismo parecía obvia, se decidió cuantificar estas dependencias mediante el cálculo de rectas de regresión entre los dos parámetros.

VIII. ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO

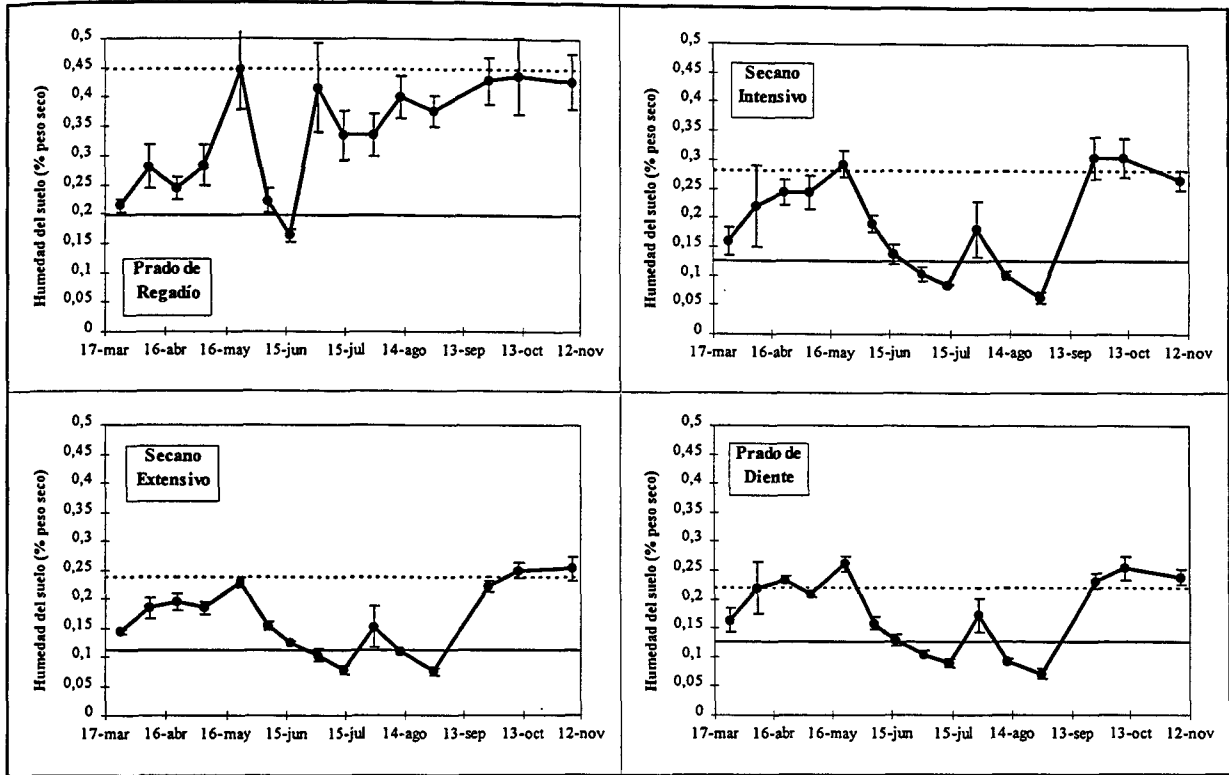


Figura 47: Contenidos de humedad (valores medio y desviación estándar) en los 20 cm superficiales del suelo de las cuatro comunidades, durante el control del establecimiento de plántulas del año 1994. La línea horizontal continua indica el punto de marchitez y la discontinua la capacidad de campo del suelo.

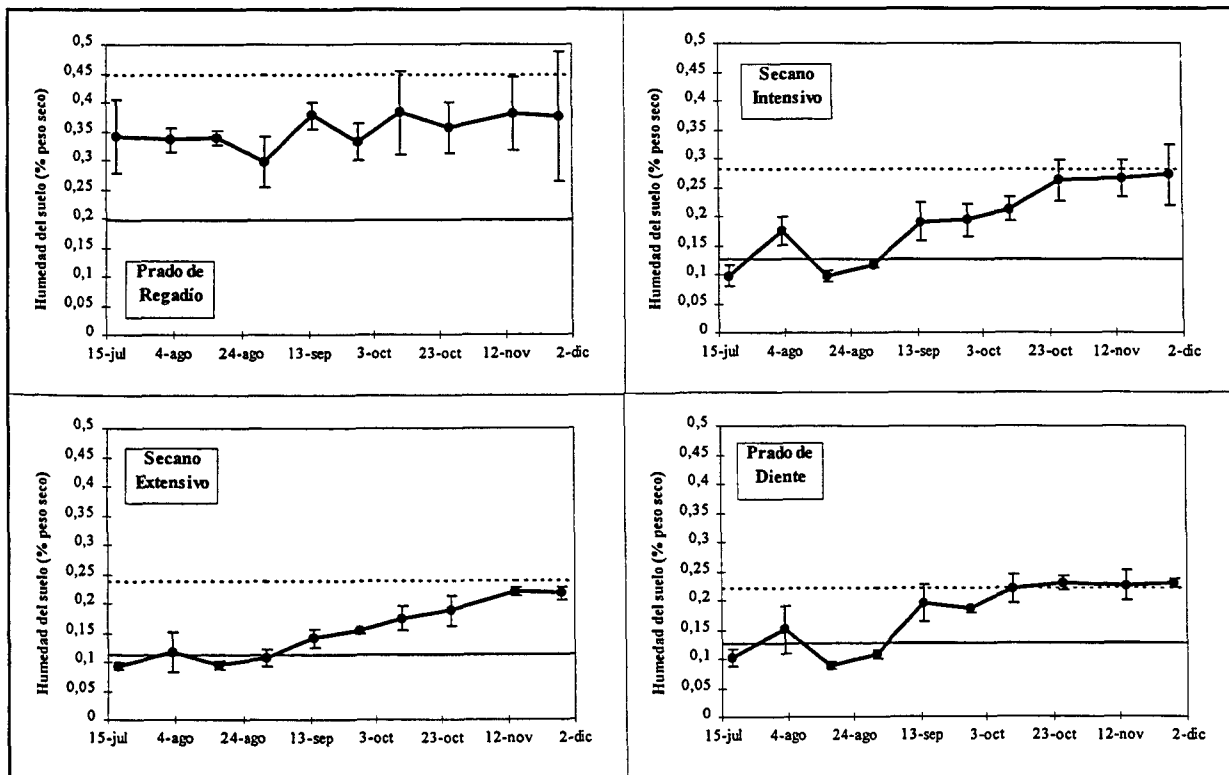


Figura 48: Contenidos de humedad (valores medio y desviación estándar) en los 20 cm superficiales del suelo de las cuatro comunidades, durante el control del establecimiento de plántulas del año 1995. La línea horizontal continua indica el punto de marchitez y la discontinua la capacidad de campo del suelo.

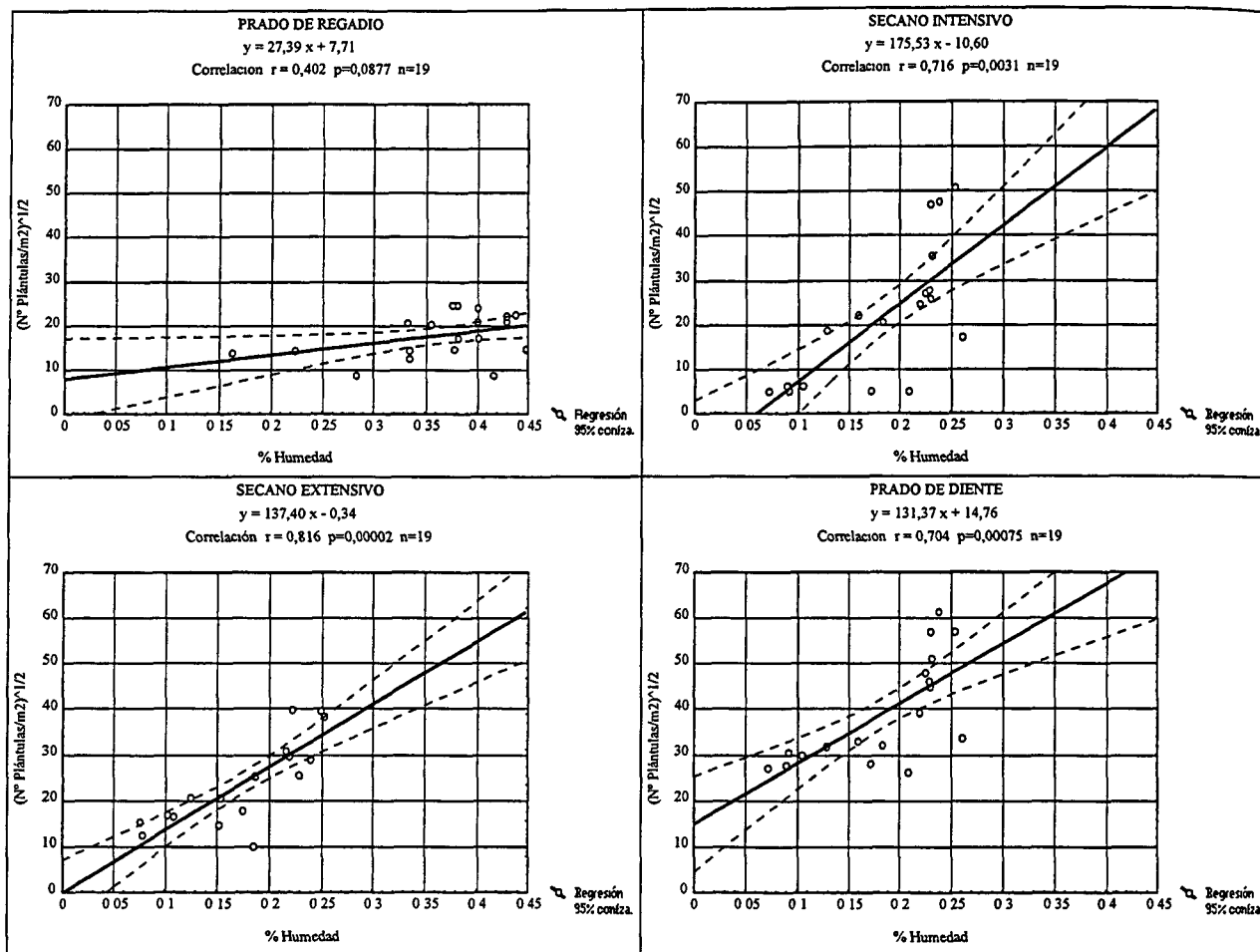


Figura 49: Relación entre la estimación del número de plántulas establecidas/m<sup>2</sup> de suelo perturbado y el contenido de humedad en los primeros 20 cm de suelo, en las cuatro parcelas y para todas las observaciones efectuadas en los años 1994 y 1995. El primero de los parámetros fue previamente transformado en su raíz cuadrada.

Con los resultados del número de plántulas estimadas/m<sup>2</sup>, halladas en cada observación de las parcelas alteradas, y los contenidos de humedad del suelo en los mismos momentos muestrales, se confeccionaron las regresiones de la Figura 49. En ellas se tomaron los datos obtenidos en las dos campañas de control, totalizando 19 observaciones por cada prado. Excepto en el caso del prado regado, en el resto de los prados se obtuvieron unas correlaciones significativas entre las dos variables, de tal forma que las rectas calculadas explican como mínimo el 70,4 % de la variación existente. Comparando las regresiones se aprecia una disminución de la pendiente en los prados de manejo más extensivo, a excepción del *prado de regadío*, que presentó una pendiente muy pequeña, aunque como ya dijimos la correlación no fue significativa.

A partir del número medio de especies/78,54 cm<sup>2</sup> de suelo perturbado, estimado en cada observación, y los contenidos de humedad del suelo en los mismos momentos muestrales, se calcularon las regresiones de la Figura 50. También para este análisis se tomaron los datos obtenidos en las dos campañas de control, por lo que el número de repeticiones por prado fue  $n = 19$ .

## VIII. ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS EN CONDICIONES DE CAMPO

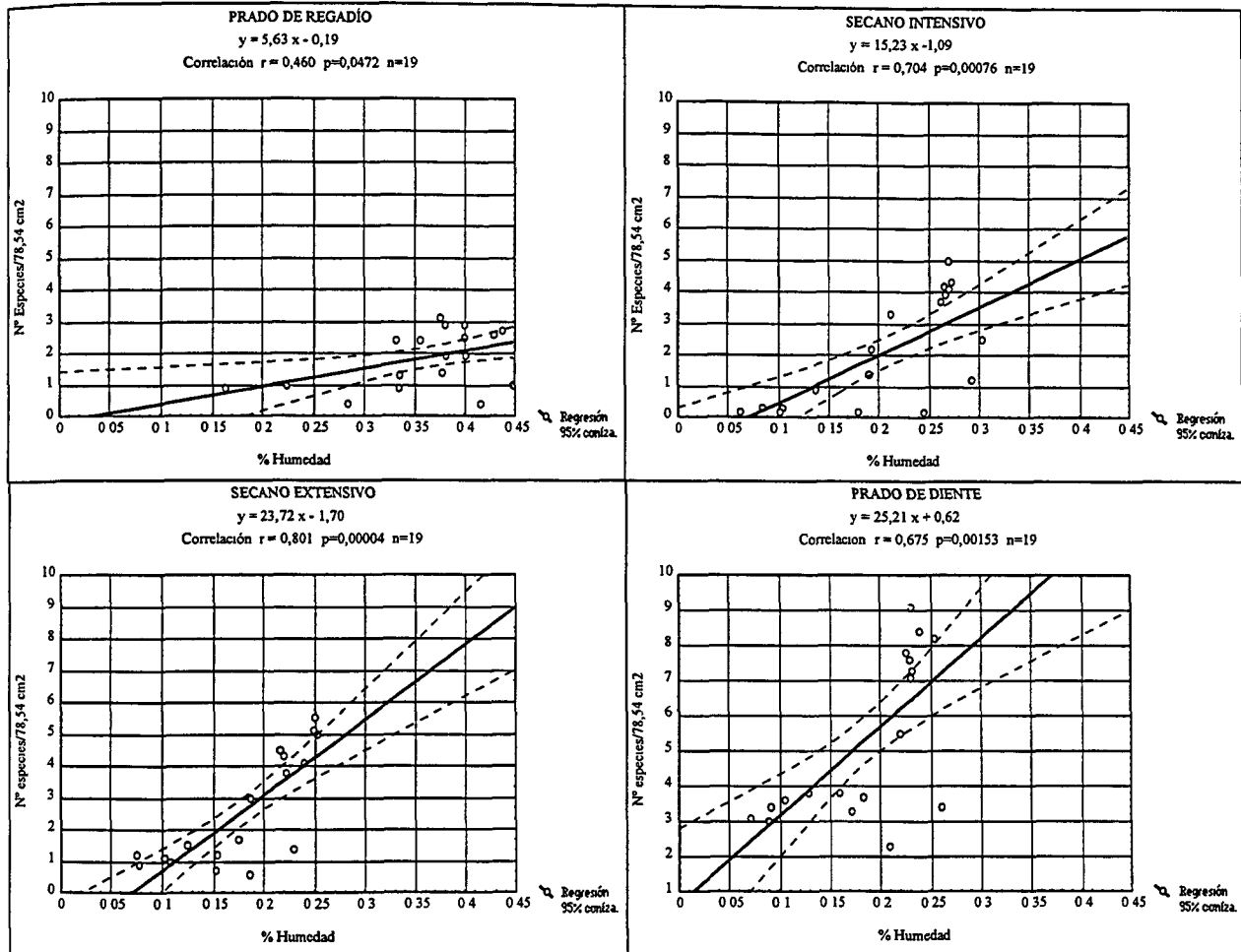


Figura 50: Relación entre la estimación del número de especies establecidas/78,54 cm<sup>2</sup> de suelo perturbado y el contenido de humedad en los primeros 20 cm de suelo, en las cuatro parcelas y para todas las observaciones efectuadas en los años 1994 y 1995.

Las correlaciones entre los dos parámetros fueron altamente significativas en todos los casos, si bien en el *prado de regadío* solo medianamente ( $p = 0,0472$ ). Para este prado la recta explicó sólo el 46% de la variación, el 70,4% en el *secano intensivo*, el 80,10% en el *secano extensivo* y el 67,5% en el *prado de diente*. Tras comparar las regresiones obtenidas, se observó que a diferencia de las anteriores regresiones, la pendiente de la recta que relaciona las variables número de especies establecidas y contenido de humedad del suelo, aumenta con la extensificación de la parcela.

### VIII.4. DISCUSIÓN

La ausencia total de establecimiento de plántulas, bajo la cubierta pratense inalterada de estos prados, cuestiona seriamente el papel de la reproducción sexual de las especies de estas comunidades. En comunidades sin perturbar, con un dosel de vegetación muy cerrado, se han encontrado escasísimas densidades de plántulas (Rabotnov, 1969; Miles, 1973; Grime, 1979; Bakker *et al.*, 1980; Carson y Pickett, 1990; Milberg, 1993). Las pocas especies que logran establecerse, se ven afectadas por elevadas tasas de mortalidad ante la imposibilidad de obtener

recursos (Fenner, 1978), por lo que la estrategia de las especies pratenses adultas, para maximizar la reproducción a largo plazo, consiste en dedicar la mayor proporción de energía a la expansión vegetativa, compitiendo con las especies vecinas (Fenner, 1985). Sin embargo, los resultados estimados de lluvia de semillas, indican que las plantas adultas de la comunidad continúan produciendo semillas de viabilidad inmediata, capaces de germinar en huecos de 10 cm de diámetro. Mientras que en el interior de la vegetación, la ausencia de espacios libres, las altas humedades favorecedoras de ataques patógenos de las semillas y de las plántulas, y la predación directa, pueden originar la pérdida de estas semillas (Fenner, 1985).

Parece por lo tanto que la apertura de un hueco en el tapiz es fundamental en esta fase de establecimiento de las especies (Goldberg, 1987), y de su tamaño depende además del éxito en el establecimiento, la procedencia de las especies que en él se establecen. Para la germinación de las semillas enterradas en el suelo es necesario abrir grandes huecos en la vegetación, mientras que las semillas recién dispersadas se pueden establecer en huecos menores (Grime, 1979), como también hemos visto en nuestros resultados. Tras alterar una superficie de 1m<sup>2</sup> de suelo, hemos comprobado que además de las especies originadas en la lluvia de semillas local, que a su vez ya se habían identificado en los huecos originados en el pastoreo del ganado vacuno en estos prados (Reiné, 1993), se han establecido otros taxones exclusivamente presentes en el banco de semillas de estas comunidades, estando ausentes en los muestreos de la vegetación. Esto indica que la superficie alterada fue lo suficientemente grande para activar la germinación del banco de semillas en respuesta a la variación de las condiciones de luz y temperatura. (Grubb, 1977; Rice, 1989).

Si bien las perturbaciones del suelo permitieron la germinación de especies procedentes del banco de semillas, la composición y el tamaño de las poblaciones establecidas son mucho menores que el potencial total del banco. Las densidades de estos bancos se habían estimado en el *Capítulo III* en 6.840 semillas/m<sup>2</sup> para el *prado de regadío*, 6.029 semillas/m<sup>2</sup> para el *prado de secano intensivo*, 16.901 semillas/m<sup>2</sup> en el *secano extensivo*, y 54.517 en el *prado de diente*, mientras que las cantidades máximas establecidas en el año 1994 y en ese mismo orden fueron: 496, 2.572, 1.578 y 3.743 plántulas/m<sup>2</sup>. El número medio de especies en 9,62 cm<sup>2</sup> resultó ser en el banco de 4,10 en el *prado de regadío*, 4,08 en el *secano intensivo*, 7,24 en el *secano extensivo*, y 7,36 en el *prado de diente*. Sin embargo en el suelo perturbado, se estimaron unas medias en 78,54 cm<sup>2</sup> de 2,70; 3,90; 5,50 y 9,10 especies respectivamente. Esta escasa contribución del banco de semillas al establecimiento, incluso tras la perturbación del suelo, también había sido observada por otros investigadores (Roberts y Ricketts, 1979; Milberg, 1993). Las causas podrían deberse a distribuciones verticales irregulares de las especies en el suelo tras el volteo de la tierra, o a los requerimientos lumínicos de las especies del banco para su germinación (Pons, 1992). Especies que requieren luz para su germinación, pueden haberlo hecho en el laboratorio al estimar el banco, pero no en el campo por estar demasiado enterradas. Ante estas circunstancias hay autores que consideran que es escaso el potencial que tiene el banco de semillas para el reestablecimiento de la vegetación (Graham y Hutchings, 1988b; Bakker *et al*, 1991).

En los dos años muestreados, las parcelas perturbadas con mayor número de plántulas y de especies establecidas fueron las del *prado de diente*, el de régimen más extensivo, seguido del *secano extensivo*. La lluvia de semillas sin embargo, tanto en cantidad como en número de especies, fue significativamente menor en ese *prado de diente* que en el resto. Bakker *et al* (1980) describen la influencia de las diferentes prácticas de manejo en el establecimiento de plántulas. Los

resultados hallados en las comunidades pratenses del Pirineo, indican una mayor facilidad para el establecimiento de las especies procedentes del banco en los prados más extensivos, mientras que en los de manejo más intensivo, la lluvia de semillas parece causar las germinaciones más numerosas.

En el seguimiento de las germinaciones en el año 1994, tras la perturbación realizada a comienzos de primavera, se detectaron dos picos en el establecimiento de las especies, uno primaveral, y otro mucho más pronunciado otoñal, tanto en la lluvia de semillas como en el suelo alterado. Graham y Hutchings (1988b) describen la temporalidad en la germinación de las distintas especies procedentes del banco, diferenciando especies con germinación preferente en primavera, en verano y en otoño. Los máximos primaverales los describen Watt y Gibson (1988), en un seguimiento de las plántulas establecidas durante dos años en una comunidad pratense. Los máximos de establecimiento otoñal en prados parecen deberse a unas condiciones menos competitivas que en otras épocas del año (Al-Muftý *et al.*, 1977).

La lluvia de semillas de primavera se debió en gran parte a *Taraxacum officinale*, especie con producción de semilla muy precoz en nuestras comunidades. El resto de las semillas en estos prados las producen en su gran mayoría las gramíneas, antes del primer corte de la hierba (Reiné y Fillat, 1992) por lo que las plántulas germinadas en otoño obedecerán a estas semillas, que se han mantenido en el suelo esperando las condiciones adecuadas para su germinación. Esto justifica el insignificante número de plántulas procedentes de la lluvia de semillas estimado en 1995, cuando las parcelas para el seguimiento se instalaron al final del verano y la dispersión de la mayoría de las especies ya había acontecido. En este año, por lo tanto, no parece atrevido afirmar que la gran mayoría de las germinaciones en el suelo disturbado se deban al banco de semillas.

El momento en que se realiza la perturbación puede considerarse según lo expuesto como un factor muy importante en el posterior establecimiento. Al comparar los valores establecidos desde finales de septiembre de 1994 (perturbando en primavera) y de 1995 (perturbando al finalizar el verano) obtuvimos mayores cantidades en el primero de los casos (excepto en el prado más intensivo), sin embargo el número medio de especies identificadas no difiere entre los dos años, aunque la riqueza total fue mayor tras alterar en primavera. Fenner (1985), Baskin y Baskin (1989) y Chambers (1993) ya advierten que para la regeneración a partir del banco de semillas, además del tipo de perturbación, la época en que se realiza da origen a distintos resultados. Las especies difieren en su capacidad germinativa a lo largo de la estación de crecimiento, y a ello hay que añadir las diferentes estrategias utilizadas para la permanencia de las semillas en el suelo (Thompson y Grime, 1979).

Prácticamente todos los taxones establecidos en el campo, habían sido ya identificados en los muestreos del banco de semillas y en la vegetación aérea de estas comunidades. Parece por lo tanto que el fenómeno de la dispersión, limita la lluvia de semillas a las especies dominantes de la vegetación, tal y como apunta Peart (1989a). En los suelos perturbados de los prados más extensivos, dominaron en los dos años especies de dicotiledóneas, mayoritariamente representadas en el banco de semillas de estas comunidades como *Plantago major* y *Medicago lupulina*, ausentes ambas en la lluvia de semillas. En las parcelas más intensivas sin embargo, se establecieron abundantemente las gramíneas *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens*, *Holcus*



*lanatus* y alguna dicotiledónea como *Plantago lanceolata*, todas ellas dominadoras también de la lluvia de semilla. Cabe destacar a *Holcus lanatus* como la especie más cosmopolita, ya que apareció en todas las parcelas de todas las comunidades. Varios autores coinciden en destacar la habilidad para la colonización de huecos de algunas de estas especies (Peart 1989a, 1989b, y 1989c; Pons, 1991).

Existió, por lo tanto, una mayor contribución del banco al recubrimiento de los huecos alterados en las parcelas más extensivas, a su vez en las intensivas la lluvia de semillas participa en mayor proporción que el banco. Parece admitirse generalmente que las grandes diferencias entre el banco de semillas y las plántulas establecidas, son características de comunidades cuya fase de regeneración a partir de los huecos está dominada por semillas grandes, de corta vida y dispersión direccional (semillas transitorias), como es el caso de algunas gramíneas. Mayores semejanzas son propias de comunidades herbáceas sometidas a continuas perturbaciones (pastoreo desmesurado, acción de topillos...), capaces de abrir huecos en la vegetación donde las especies del banco tienen la posibilidad de completar su desarrollo fenológico (Hopkins y Graham, 1984; Pierce y Cowling, 1991). No obstante queremos resaltar en nuestros resultados, la capacidad que tienen algunas semillas persistentes en el suelo, como *Plantago lanceolata*, *Holcus lanatus* y *Dactylis glomerata*, para germinar tras su producción en el campo, lo que confiere a estos taxones una doble aptitud regenerativa en estos prados. De hecho Thompson y Grime (1979) ya habían clasificado a las dos primeras como formadoras de bancos persistentes a corto plazo (tipo III).

La distribución temporal en el establecimiento de plántulas, fue explicada perfectamente por los registros de las dos variables climáticas estudiadas: la temperatura del suelo y su contenido de humedad. Los periodos de máximo establecimiento coinciden con contenidos hídricos próximos a la capacidad de campo y temperaturas diarias medias de entre 10 y 15°C. De todos los parámetros climáticos, para muchos autores, el más limitante a la hora del establecimiento, es el contenido de humedad del suelo (Roberts y Potter, 1980; Lodge, 1996). Las precipitaciones capaces de hacer llevar a capacidad de campo los diez primeros centímetros de suelo estimulan el establecimiento de las especies (Roberts, 1984). En los suelos de los prados más extensivos, la capacidad de retención de agua fue menor que en los dos intensivos, y la respuesta en número de especies y plántulas germinadas a la saturación del suelo, fue más numerosa. Una vez satisfechos los requerimientos hídricos, Probert (1992), considera las fluctuaciones diarias en la temperatura del suelo, su amplitud, y su media, factores clave en la germinación. Otro factor microclimático estudiado indirectamente en este capítulo fue la incidencia lumínica en la germinación. Pons (1992) comenta que la sombra que produce la cubierta sobre algunas especies genera dormancia, y explica cómo los cambios en la calidad de la luz tras la apertura de un hueco, inducen la germinación de las especies enterradas.

## VIII.5. CONCLUSIONES

- \* El establecimiento de plántulas bajo la cubierta inalterada de estos prados es nulo. Independientemente del modo de gestión de la hierba, el tapiz herbáceo continuo de las parcelas estudiadas no ha permitido el establecimiento de plántulas.

- \* La apertura de un hueco de 10 cm de diámetro, es suficiente para que en él se establezcan las especies cuyas semillas habían sido recientemente producidas y dispersadas. Cuando una perturbación en la vegetación es capaz de dejar al descubierto 1m<sup>2</sup> de suelo, en él se establecen, además de estas especies provenientes de la lluvia de semillas, las que permanecían enterradas formando un banco de semillas.
- \* El banco de semillas no se manifiesta con todo su potencial en el suelo perturbado. Sólo algunas especies afloran a la superficie con bajas densidades de establecimiento, lo cual puede limitar la capacidad del banco en la regeneración de estos prados.
- \* El número de plántulas y de especies capaces de establecerse tanto en los huecos diseñados para estimar la lluvia de semillas, como en la superficies alteradas, resultan afectadas por el grado de intensificación del manejo al que está sometido la comunidad. Ambos parámetros presentan sus máximos en las parcelas alteradas de los prados con régimen extensivo, y sus mínimos en las trampas para capturar la lluvia de semillas de estos mismos manejos.
- \* Comparando las plántulas establecidas tras la perturbación, con las procedentes de la lluvia de semillas, puede concluirse que el banco de semillas tiene más importancia en la regeneración cuando el régimen de gestión es extensivo. En las comunidades intensivas, es la lluvia de semillas la que preferentemente se establece en los huecos de vegetación.
- \* Del momento en que se realiza la perturbación del suelo, depende en gran medida el posterior establecimiento. Si la perturbación del suelo se realiza a finales del periodo estival, la lluvia de semillas prácticamente no contribuye al posterior recubrimiento del suelo. Las cantidades establecidas en las alteraciones son menores, aunque el número medio de especies establecidas no varía.
- \* La composición taxonómica de las plántulas establecidas varía según el tipo de comunidad estudiada. En las parcelas extensivas, dominaron en los suelos perturbados especies de dicotiledóneas, mayoritarias en el banco de semillas de esas comunidades, pero ausentes en la lluvia de semillas, como *Plantago major* y *Medicago lupulina*. En las perturbaciones de las parcelas intensivas, aparecen gramíneas como *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens*, *Holcus lanatus*, que dominaron también la lluvia de semillas.
- \* La lluvia de semillas en todos los prados, estuvo fundamentalmente compuesta por especies de gramíneas, aunque también se identificaron abundantemente alguna dicotiledónea como *Plantago lanceolata* y *Taraxacum officinale*. Se ha comprobado la capacidad de algunas especies formadoras de bancos de semillas persistentes en el suelo, para germinar tras la dispersión de sus semillas como el *Plantago lanceolata*, *Dactylis glomerata*, y *Holcus lanatus*. En todos los suelo disturbados se han identificado especies exclusivas de los bancos de semillas de esas comunidades, por lo que la alteración puede ser una vía para la reintroducción de estas especies ausentes de la vegetación aérea.
- \* En las condiciones climáticas que soportan estos prados pirenaicos, el contenido de humedad del suelo parece el factor más limitante para el establecimiento. Los máximos se producen cuando el suelo está a capacidad de campo y a una temperatura media en torno a los 15°C. Las

regresiones entre los contenidos hídricos del suelo y el número de plántulas y de especies en cada control, resultaron significativas.