

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



CAPÍTULO III
ESTRUCTURA DE LOS
BANCOS DE SEMILLAS

Foto página anterior: Estimación del banco de semillas de los prados pirenaicos. Aspecto del interior de la cámara de germinación. Las muestras están situadas sobre bandejas y separadas de los estratos de turba estéril y de gravas mediante telas de nylon.

III. ESTRUCTURA DE LOS BANCOS DE SEMILLAS

III.1. INTRODUCCIÓN

La densidad de semillas en un suelo resulta favorecida por las altas intensidades de perturbación en la vegetación (Thompson, 1978). Este patrón general en ocasiones no se presenta de forma tan clara, bien por determinadas variaciones espacio-temporales en la perturbación (Canham y Marks, 1985), por factores de *stress* que limitan la producción de semillas (Grime, 1979; Thompson, 1978) o por la alta variabilidad en las cantidades de semillas enterradas en los distintos tipos de vegetación (Leck *et al.*, 1989).

Estudiando el contenido de semillas viables en el suelo en prados con distintos grados de intensificación en su manejo, puede preverse una mayor acumulación de semillas enterradas en los estados sucesionales más jóvenes, mientras que en los más maduros, conforme la perturbación disminuye y aumenta el *stress*, las densidades disminuirán (Numata *et al.*, 1964; Livingston y Allesio, 1968; Donelan y Thompson, 1980). Este hecho ocurre también con el número de especies presentes en la vegetación aérea de los prados: la riqueza específica aumenta con la intensidad de la perturbación que sufre la comunidad (Collins, 1987; Fillat *et al.*, 1993). En lo referente al número de especies enterradas en estado de semilla, Donelan y Thompson (1980) y Bakker, *et al.* (1996) constataron la disminución de las especies a lo largo de dos series sucesionales de vegetación, que partiendo de un prado rico en especies, terminaban en ambos casos en una comunidad forestal. Sin embargo Beatty, (1991) y Kalamees y Zobel, (1997) encontraron que a diferencia de las densidades de semillas, la riqueza de especies del banco no variaba con la edad sucesional de la comunidad.

El tamaño y la composición de los bancos de semillas de las comunidades herbáceas están determinados por la producción de semillas de la vegetación establecida, por el aporte de semillas de otras comunidades tras su dispersión, por los requerimientos de germinación de cada especie, por las cantidades de semillas durmientes y por las bajas debidas a la predación y a la mortalidad (Roberts, 1981). Este balance de ganancias y pérdidas de semillas está controlado a su vez por factores ambientales y de manejo, tanto previos como actuales, y su interacción con las especies presentes (Harper, 1977), de tal forma que la composición taxonómica del banco refleja el manejo al que se ha sometido la comunidad (Korte y Harris, 1987) igual que ocurre con la vegetación aérea (Snaydon, 1987).

Las semillas enterradas a mayor profundidad suelen ser más viejas que las superficiales (Bakker, 1989; Warr *et al.*, 1994), y en muchos casos se convierten consiguientemente en la memoria evolutiva de la vegetación pasada de la comunidad (Simpson *et al.*, 1989). Se espera por lo tanto obtener diferencias en los contenidos de semillas muestreados a distintas profundidades del suelo, como ya fue señalado por Harper (1977) y Rice (1989).

Por otra parte, y tal como se comentó en el *Capítulo II*, la metodología para el estudio del banco de semillas del suelo conlleva una serie de dificultades que pueden considerarse intrínsecas de su propia heterogeneidad, entre las que destaca el elevado número de muestras a procesar, lo que se traduce en un proceso de análisis lento y laborioso (Benoit *et al.*, 1989).

Buscando soluciones a este problema Barralis *et al.* (1986), comprobaron que las semillas de las especies presentes en un suelo cultivado, cumplían la *Ley de Taylor*, la cual demuestra la existencia generalizada de una relación lineal entre las varianzas y las medias procedentes de los muestreos de poblaciones naturales (Taylor, 1961). Este hecho justifica la disminución del trabajo a realizar en futuros muestreos, evitando el análisis individualizado de las muestras.

La existencia de esta relación y su consistencia en el tiempo fue probada con anterioridad a este estudio en un prado de siega (Reiné, 1993), sin embargo se desconoce la estabilidad de la recta entre diferentes comunidades de vegetación permanente.

III.1.1. Objetivos

- * Cuantificar y comparar la densidad de semillas y el número de especies presentes en el suelo en prados sometidos a diferentes manejos ganaderos.
- * Cuantificar y comparar las densidades de cada una de las especies identificadas en el banco de las citadas comunidades.
- * Estudiar el grado de relación y la afinidad entre la composición florística de cada una de las profundidades muestrales del banco de semillas del suelo (0-5 cm y 5-20 cm).
- * Analizar la estabilidad de la Ley de Taylor en los bancos de semillas de los distintos prados.

III.2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio del banco de semillas del suelo en los prados del Pirineo que figura en el presente capítulo se realizó a partir de los datos obtenidos en el muestreo efectuado entre la última semana de febrero y la primera de marzo del año 1994 (ver Tabla 3 de *Material y Métodos Generales*). Con la ayuda de una sonda manual de 3,5 cm de diámetro y 15 cm de profundidad se extrajeron cilindros de suelo sistemáticamente, a intervalos de 1 m, hasta completar un total de 100 muestras uniformemente distribuidas en una matriz de 10 x 10, separándose dos profundidades muestrales: una superficial de 0 a 5 cm y una segunda de 5 a 20 cm.

Las diferencias tanto altitudinales como climatológicas que presentan los prados alpinos, obligó a efectuar el muestreo antes del comienzo de la estación invernal, ya que una vez caídas las primeras nieves, éstas forman un manto permanente en la zona hasta finales del mes de mayo. Ante la brevedad de nuestra estancia en los Alpes decidimos reducir el tamaño muestral que estábamos tomando en los Pirineos. Con el objeto de conocer cuál era el número mínimo de muestras a tomar para obtener una aproximación fiel del contenido del banco, se utilizó el Índice de Similitud de Sorensen (Sorensen, 1948). Con él, se compararon los valores estimados en los Pirineos a partir del análisis de 100 muestras, con los obtenidos al reducir el número de éstas de diez en diez. En la Figura 8, se observa cómo lógicamente, la similitud entre los resultados, aumenta cuanto mayor es el número de muestras extraídas. Sin embargo, también se puede

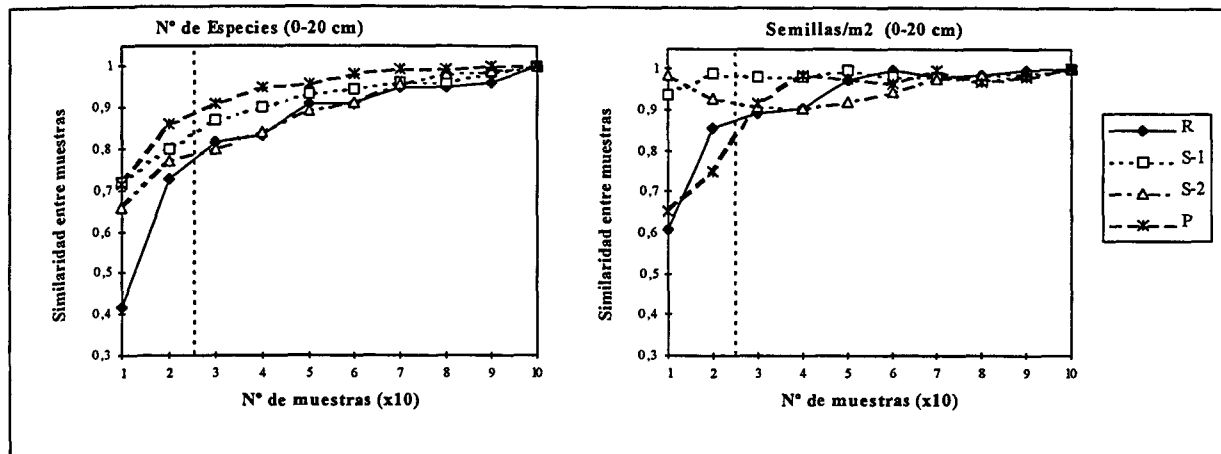


Figura 8: Variación de la similitud en el número de especies y en el número de semillas/m² según el número de muestras analizado (para n=100, el índice de Afinidad de Sorensen = 1). R=Prado de siega regado; S-1=Prado de secano intensivo; S-2=Prado de secano extensivo; P=Prado de diente. Muestreo de 1994.

apreciar que a partir de 20 muestras, la estimación de la densidad de semillas en el suelo y del número de especies, se asemeja un 80% a un muestreo de 100 unidades. Extrapolando estos resultados obtenidos en los Pirineos, y a sabiendas de que podía existir una ligera pérdida en la precisión de la estimación, decidimos reducir el número de muestras en las parcelas alpinas a 25.

Estas 25 muestras se tomaron en un transecto lineal a intervalos de 1m, en cada uno de los prados, con los mismos volúmenes de extracción y profundidades muestrales ya citadas en el caso pirenaico (Tabla 4 *Material y Métodos Generales*).

Cada muestra se procesó de forma individualizada según se describe en el capítulo de *Material y Métodos Generales*, estimándose el banco de semillas mediante el método de la puesta en germinación en ambiente controlado.

III.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/m², y la abundancia de especies como número medio de especies/9,62 cm² (superficie de una muestra). También se calcularon los correspondientes errores estándar de las estimaciones.

Dado que los valores de los dos parámetros citados no se ajustaron a distribuciones normales, hecho frecuente en este tipo de estudios (Warr *et al.*, 1994), se utilizó estadística no paramétrica para comparar densidades y riqueza en especies entre los distintos tipos de prados y entre las dos profundidades muestrales. Mediante la Prueba H de Kruskal-Wallis (ANOVA por rangos) se compararon manejos, y el Test U de Mann-Whitney (ANOVA por rangos para dos muestras independientes) sirvió para analizar diferencias entre las profundidades. 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. Para obtener más información sobre estos procedimientos estadísticos se consultó Sokal y Rohlf (1979), Zar (1984) y Siegel (1986).

Mediante el Coeficiente de Correlación por Rangos de Kendall (r_k) (Zar, 1984) se estudió la relación existente entre las composiciones taxonómicas de las dos profundidades del banco de semillas. Para ello se compararon los porcentajes de semillas germinados de las distintas especies en cada horizonte muestral. Las afinidades cualitativas y cuantitativas entre las dos poblaciones se evaluaron mediante el índice de Sorensen (Sorensen, 1948), usando datos de presencia/ausencia de las especies en el primer caso y del número absoluto de individuos en el segundo, tal y como lo recomienda (Magurran, 1989) a partir de la fórmula:

$$I_s = \frac{2 \times Nb_v}{Nb + Nv} \times 100$$

siendo:

Nb_v = número de especies comunes en los dos horizontes (o suma de los mínimos de las dos abundancias de las especies comunes a ambos horizontes, para la fórmula cuantitativa).

Nb = número total de especies del primer horizonte (o número total de semillas en los cinco primeros centímetros de suelo, para la fórmula cuantitativa).

Nv = número total de especies del segundo horizonte (o número total de semillas entre los 5 y los 20 cm de suelo, para la fórmula cuantitativa).

Para probar si se cumplía la *Ley de Taylor* entre la media y la varianza muestral de cada una de las especies presentes en el banco de semillas se calculó una recta de regresión para cada comunidad de acuerdo con la expresión (Taylor, 1961):

$$\log(\text{var}) = a + b * \log(\text{med})$$

siendo:

$\log(\text{var})$ = logaritmo de la varianza muestral.

a = ordenada al origen de la regresión.

b = pendiente de la regresión.

$\log(\text{med})$ = logaritmo de la media muestral.

Las rectas así obtenidas se compararon mediante el Test de Comparación de Regresiones Múltiples descrito en Zar (1984).

III.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

III.3.1. Densidad de los bancos de semillas

En la Figura 9 se observa cómo el número de semillas/m² aumentó en las comunidades pirenaicas sometidas a un manejo más extensivo. De las 6.840 semillas/m² y 6.029 semillas/m² estimadas en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, en el *prado de regadío* y en el *secano intensivo* respectivamente; los valores se incrementaron hasta alcanzar las 16.901 semillas/m² en el *secano extensivo* y las 54.517 semillas/m² del *prado de diente*. Estas pautas además se repiten al analizar cada una de las dos profundidades de muestreo por separado.

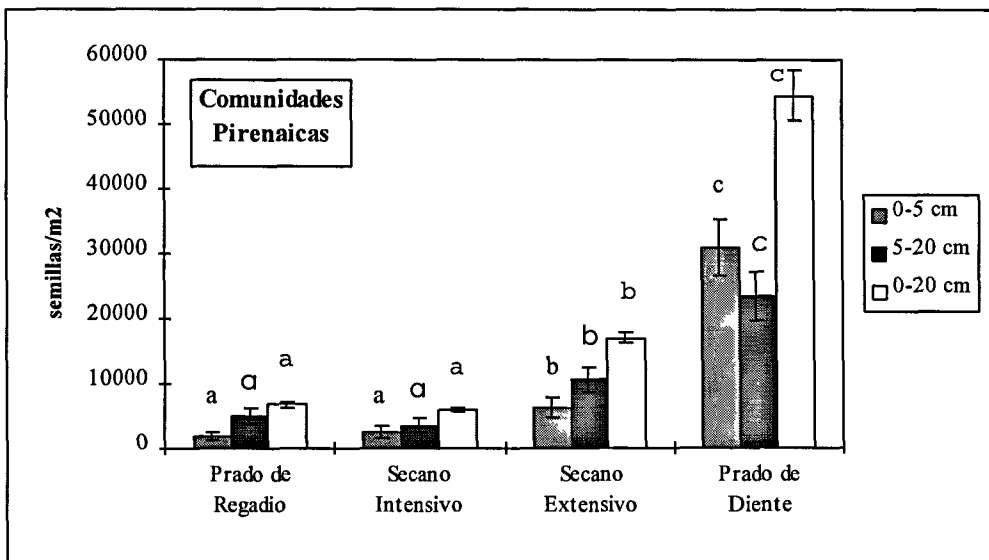


Figura 9: Densidad de semillas enterradas en el suelo y error estándar de la estimación en las cuatro parcelas estudiadas en Fragen (Pirineos). Tras la prueba de Kruskal-Wallis realizada para cada profundidad que resultó altamente significativa ($n=400$, $p<0,0001$), se separaron las comunidades con el Test no paramétrico de Tukey. La misma letra en una misma profundidad indica la ausencia de diferencias significativas para una $p<0,05$.

Sin embargo el Test de Tukey ($p<0,05$) no diferenció las densidades estimadas para la parcela de *regadío* y el prado de *secano intensivo*. La gestión de ambas sólo difería en el riego de la primera, que permite la realización de un segundo corte de la hierba, particularidades del manejo de estos prados que parecen no influir en su contenido total de semillas viables.

La densidad de semillas tasada en los primeros 20 cm de suelo de las comunidades alpinas osciló entre los valores de 6.403 semillas/m² en el *prado extensivo* y las 28.438 semillas/m² del *pasto extensivo*. Los *prados* presentaron menores valores que los *pastos*, si bien el Test de Tukey no diferenció entre las estimaciones realizadas en los dos *prados* (régimen *intensivo* y *extensivo*); y entre las realizadas en los tres *pastos* (*intensivo*, *extensivo* y *abandonado*). La excepción en este último caso ocurrió para la densidad estimada en los primeros 5 cm de profundidad del *pasto intensivo*, que sí que resultó ser significativamente menor que la de la misma profundidad del *pasto abandonado* (Figura 10).

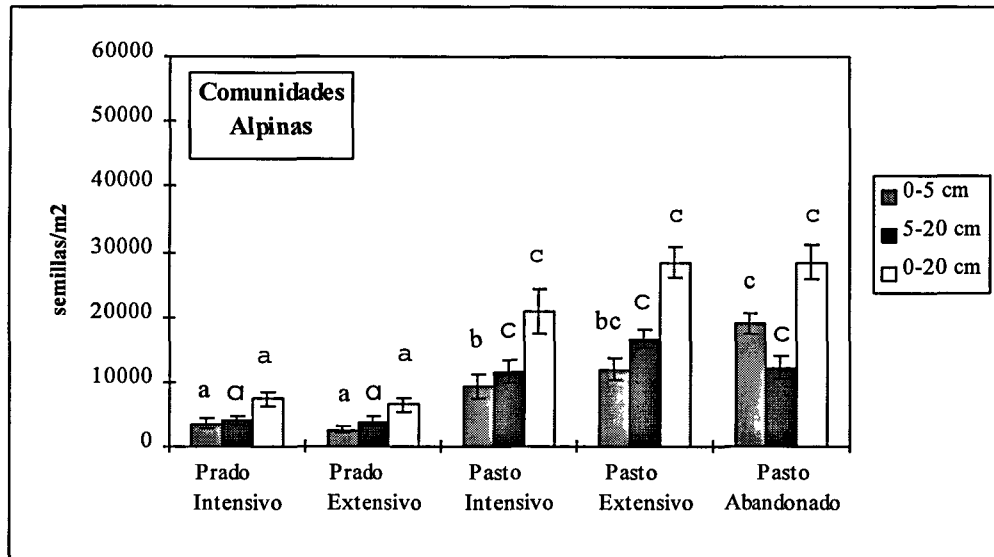


Figura 10: Densidad de semillas enterradas en el suelo y error estándar de la estimación en las cinco parcelas estudiadas en Innsbruck (Alpes). Tras la prueba de Kruskal-Wallis realizada para cada profundidad que resultó altamente significativa ($n=125$, $p<0,0001$), se separaron las comunidades con el Test no paramétrico de Tukey. La misma letra en una misma profundidad indica la ausencia de diferencias significativas para una $p<0,05$.

Las cantidades de semillas por m^2 de suelo halladas en este trabajo se consideraron dentro del rango de variación que recogen varios autores en este tipo de comunidades. Así Thompson (1978), recopila información de trabajos sobre bancos de semillas en Gran Bretaña que oscilan entre las 400 semillas/ m^2 en pastos permanentes hasta las 70.000 semillas/ m^2 de un pasto recientemente arado y Rice (1989) para comunidades herbáceas de todo el mundo revisa valores entre las 287 semillas/ m^2 de la pradera de Kansas y las 31.344 semillas/ m^2 en pastos de Gales.

Además, las densidades de los bancos de semillas alpinos parecen no diferir de las encontradas en prados pirenaicos. Diversos autores ya habían constatado la ausencia de variación entre las cantidades de semillas halladas en prados alpinos y en otros prados europeos (Thompson, 1978; Diemer y Prock, 1993).

Howe y Chancellor (1983) destacan dos factores que afectan claramente al contenido de semillas viables de un suelo: la edad del prado y las técnicas de manejo al que está sometidos. En los prados estudiados ambos factores causan claramente las diferencias en las densidades encontradas, si bien es difícil precisar la importancia de cada uno de ellos.

Los cuatro prados pirenaicos fueron roturados en el pasado para el cultivo del cereal. Mientras que en la parcela de regadío y en el *secano intensivo* el cambio se efectuó hace unos 40 años, en el *secano extensivo* y en el *prado de diente* éste se produjo más recientemente (25 y 20 años respectivamente), por lo que sus elevadas densidades, pueden ser todavía el reflejo de las actividades agrícolas anteriores. Schenkeveld y Verkaar (1984) señalan que en las comunidades herbáceas, solamente se encuentran altas densidades de semillas en parcelas que han sido aradas para su cultivo en el pasado. Por otra parte en las parcelas alpinas, esta etapa cerealista fue superada hace mucho más tiempo (Breymer, 1990a), lo que justificaría las menores densidades de semillas enterradas.

Respecto a las condiciones de manejo, el efecto del corte de la vegetación parece ser el más importante a la hora de reducir del número de semillas viables en el suelo, como se aprecia nítidamente en las diferencias entre el *prado de diente* y el resto de las parcelas de Fragen y entre las densidades de los *prados* y los *pastos* de Innsbruck. La intensa defoliación que provoca el corte, favorece la reproducción vegetativa de las especies, ya que limita las cabezas florales de las plantas, su maduración, su producción de semillas, y en consecuencia su incorporación al suelo (Korte y Harris, 1987).

La aplicación de fertilizantes ricos en nitrógeno para Howe y Chancellor (1983) disminuye el contenido de semillas viables en el suelo, sin embargo para Williams (1985) no tiene efectos significativos. En el presente estudio cabe decir que las parcelas en las que la aplicación de purín era una técnica de manejo usual (*prado de regadío* y *secano intensivo* de Fragen y *prados* de Innsbruck) presentaron los menores contenidos de semillas en el suelo.

El pastoreo, fue el único factor de manejo en el *prado de diente* de las parcelas pirenaicas y en los *pastos* de las alpinas. Estas parcelas tuvieron los mayores contenidos de semillas en ambos casos, si bien es difícil evaluar si este hecho es debido a la acción del ganado o precisamente a la ausencia del corte. Harper (1977) describe varias razones por las cuales el pastoreo del ganado incrementa el banco de semillas: por la dormancia forzada que caracteriza a las semillas presentes en las heces de los animales, porque un intenso pastoreo permite a las especies anuales con elevada producción de semillas entrar a contribuir en el banco, y porque el pisoteo del ganado crea condiciones para que las semillas retengan mejor su viabilidad en el suelo. Por otra parte Donelan y Thompson, (1980) estudiando varios tipos de prados, obtuvieron las mayores densidades de semillas en los prados más intensamente pastados.

En las comunidades alpinas cabe destacar la clara diferenciación entre las densidades de los *prados* y de los *pastos*. La escasa edad del *pasto abandonado* (unos 20 años), puede ser la causa de que su densidad no se distancie de la de los otros *pastos*. Milberg (1995) tampoco encontró diferencias en la densidad tras 17 años de abandono de un *pasto*, y sugiere que la predicción de los cambios serían relevantes si el tiempo tras el abandono fuera mayor. Bakker *et al.*, (1996), también llegan a la misma conclusión al estudiar un *prado* con un tiempo sin manejo de 20 años, pero en una comunidad abandonada hace 55 años la cantidad de semillas decreció significativamente. Willems (1988) también constata un claro cambio del banco de semillas de un *prado* correctamente gestionado tras unos 50 años de abandono. La poca discriminación dentro de los tipos de *prados* y de *pastos* puede deberse a la plasticidad aplicada en su manejo, que hace por ejemplo que se guadañen y/o pasten según años. En este sentido los ritmos de explotación de los prados de Fragen son mucho más estrictos.

En la Tabla 5 se observan los resultados del Test U de Mann-Withney realizado para comparar las densidades estimadas en cada profundidad muestral de los prados pirenaicos. Las cantidades encontradas en los primeros 5 cm de suelo fueron significativamente menores que las estimadas en la segunda profundidad (de 5 a 20 cm), salvo en el caso del *prado de diente*.

Comunidades Pirenaicas	Número medio de individuos en el banco de semillas		p
	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	
	Semillas/m ² ± s.e.	Semillas/m ² ± s.e.	
Prado de Regadío	1.757 ± 656	5.083 ± 1.320	****
Secano Intensivo	2.474 ± 890	3.555 ± 1.068	****
Secano Extensivo	6.216 ± 1.455	10.685 ± 1.884	****
Prado de Diente	31.016 ± 4.444	23.501 ± 3.770	***

Tabla 5: Comparación de las densidades de semillas estimadas en el suelo en cada una de las dos profundidades muestrales de las 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.).

La misma comparación realizada en las comunidades alpinas no arrojó diferencias significativas excepto en el *pasto extensivo* en el que la densidad del primer horizonte fue mayor, y en el *pasto abandonado*, con menor cantidad de semillas en el segundo horizonte muestral (Tabla 6).

Comunidades Alpinas	Número medio de individuos en el banco de semillas		p
	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	
	Semillas/m ² ± s.e.	Semillas/m ² ± s.e.	
Prado Intensivo	3.492 ± 766	3.950 ± 618	n.s.
Prado Extensivo	2.578 ± 481	3.825 ± 737	n.s.
Pasto Intensivo	9.230 ± 1.833	11.641 ± 1.743	n.s.
Pasto Extensivo	11.891 ± 1.753	16.547 ± 1.366	**
Pasto Abandonado	16.132 ± 1.529	12.265 ± 1.736	*

Tabla 6: Comparación de las densidades de semillas estimadas en el suelo en cada una de las dos profundidades muestrales de las 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.).

La distribución en profundidad de las semillas depende además de su edad, que se alarga cuando los horizontes superficiales y profundos han sido mezclados, del tamaño, la forma, y de las condiciones de germinación (Thompson, 1987; Baskin y Baskin, 1989; Grime, 1989; Thompson *et al.*, 1993). Analizando las comparaciones entre las dos profundidades muestrales, observamos que las cantidades de semillas encontradas en los primeros 5 cm, más aptas para la germinación por su proximidad a la superficie en condiciones naturales que el resto (Bakker, 1989), fueron menores en la mayoría de los prados pirenaicos, excepto en el prado no segado que incorpora mayores cantidades en su superficie.

Normalmente, en estas comunidades herbáceas, las semillas están situadas en los primeros horizontes del suelo (Rice, 1989) y su número disminuye conforme aumenta la profundidad (Harper, 1977). El hecho de que mantengan mayores reservas en profundidad podría ser un indicativo de las anteriores roturaciones de estas superficies. En las parcelas alpinas no existieron diferencias entre las dos profundidades (ya se comentó como la fase del cereal podría haber desaparecido de la “memoria” de estos bancos) excepto en los pastos de manejo más extensivo que tuvieron un comportamiento desigual.

III.3.2. Número medio de especies por muestra

La Figura 11 refleja la variación del número medio de especies por muestra, halladas en cada una de las comunidades pirenaicas. Para la primera profundidad este parámetro varía de la misma manera que la densidad de semillas, si bien para la segunda y para el total no existieron diferencias significativas entre el *secano extensivo* y el *prado de diente*.

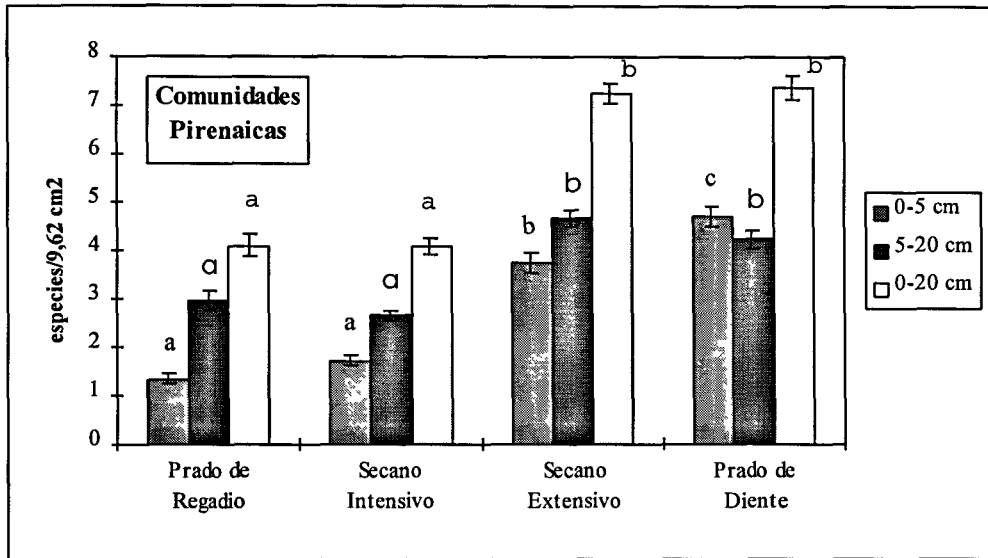


Figura 11: Número medio de especies identificadas en cada muestra en las cuatro parcelas estudiadas en Fragen (Pirineos) y error estándar de la estimación. Tras la prueba de Kruskal-Wallis realizada para cada profundidad que resultó altamente significativa ($n=400$; $p<0,0001$), se separaron las comunidades con el Test no paramétrico de Tukey. La misma letra en una misma profundidad indica la ausencia de diferencias significativas para una $p<0,05$.

Sin embargo esta tendencia no se repitió tan claramente en las comunidades alpinas, donde los menores valores medios del número de semillas los presentó el *prado extensivo* en las dos profundidades muestrales; y los mayores el *pasto intensivo*, en la segunda profundidad y en el total. Los resultados quedan reflejados mediante las agrupaciones del Test de Tukey representadas en la Figura 12.

El número de especies de la vegetación establecida de los prados de Fragen fue objeto de otros trabajos, como el de Fillat *et al.*, (1993) que encontraron una clara influencia del manejo de estos prados en su riqueza específica. Conforme éste perdía intensidad, la riqueza específica se incrementaba desde los prados de regadío hasta los de diente. Bernués (1996) trabajando en estos mismos prados también constató cómo las fertilizaciones a base de purín reducían el número de especies frente al estercolado tradicional. De los resultados obtenidos en el banco de semillas de estos prados podemos apreciar una tendencia similar, si bien no es tan clara como la observada con las cantidades de semillas enterradas.

Mientras que existe bibliografía basada en estudios de series sucesionales de vegetación a través del banco de semillas, que apunta claramente en la dirección de lo comentado (Donelan y Thompson, 1980; Roberts y Vankat, 1991; Bakker et al., 1996); también hay autores que encontraron que a diferencia de la densidad de semillas enterradas, la riqueza de especies del

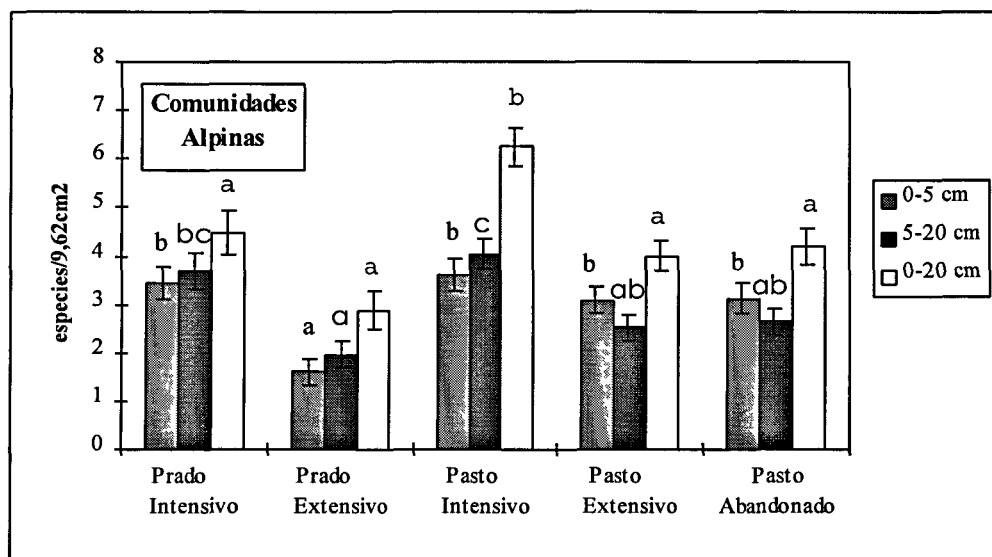


Figura 12: Número medio de especies identificadas en cada muestra en las cinco parcelas estudiadas en Innsbruck (Alpes) y error estándar de la estimación. Tras la prueba de Kruskal-Wallis realizada para cada profundidad que resultó ser significativa para 0-5 cm ($n=125$; $p<0,001$) y altamente significativa ($n=125$; $p<0,0001$) para 5-20 cm y 0-20 cm, se separaron las comunidades con el Test no paramétrico de Tukey. La misma letra en una misma profundidad indica la ausencia de diferencias significativas para una $p<0,05$.

banco no variaba con la edad sucesional de la comunidad (Beatty , 1991; Kalamees y Zobel, 1997).

Los resultados en las comunidades alpinas están más próximos a lo concluido por estos últimos autores, únicamente el *prado intensivo* presentó valores medios totales de especies, superiores al resto. Willems (1983) evaluando el efecto de tres tipos de manejo (corte de la hierba, pastoreo de ganado y abandono) sobre la composición botánica de la vegetación aérea de un prado, recomienda el pastoreo como el manejo más idóneo para mantener los valores más altos en especies.

Los resultados del Test U de Mann-Withney comparando las dos profundidades, mostraron en los prados del Pirineo un mayor número medio de especies por muestra en la segunda profundidad, excepto en el *prado de diente* que no presentó diferencias significativas. Ninguna de las parcelas de los Alpes mostró tampoco diferencias significativas (Tablas 7 y 8).

Comunidades Pirenaicas	Número medio de especies en el banco de semillas		p
	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	
	Especies/9,62 cm ² ± s.e.	Especies/9,62 cm ² ± s.e.	
Prado de Regadío	1,34 ± 0,11	2,96 ± 0,19	***
Secano Intensivo	1,72 ± 0,11	2,65 ± 0,12	***
Secano Extensivo	3,74 ± 0,20	4,66 ± 0,18	***
Prado de Diente	4,72 ± 0,21	4,24 ± 0,18	n.s.

Tabla 7: Comparación del número medio de especies identificadas en cada una de las dos profundidades muestrales de las 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 Alpinas	Número medio de especies en el banco de semillas		p
	Profundidad 0-5 cm Especies/9,62 cm ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Especies/9,62 cm ² ± s.e.	
Prado Intensivo	3,44 ± 0,35	3,68 ± 0,38	n.s.
Prado Extensivo	1,60 ± 0,28	1,96 ± 0,27	n.s.
Pasto Intensivo	3,60 ± 0,34	4,04 ± 0,32	n.s.
Pasto Extensivo	3,08 ± 0,27	2,52 ± 0,27	n.s.
Pasto Abandonado	3,12 ± 0,31	2,64 ± 0,27	n.s.

Tabla 8: Comparación del número medio de especies identificadas en cada una de las dos profundidades muestrales de las 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.).

Tras el análisis de las comparaciones entre las dos profundidades muestrales, observamos que en la mayoría de los prados pirenaicos, el número medio de especies en los primeros 5 cm, es menor que las halladas en profundidad. Este hecho se considera extraño en estas comunidades (Rice, 1989), a no ser que hayan existido perturbaciones en la vegetación establecida capaces de mezclar los horizontes superficiales del suelo (Thompson, 1987), y que en este caso, tal y como dijimos para las densidades, podrían deberse a las roturaciones ocurridas en el pasado.

En el resto de las parcelas (*prado de diente* de Fragen y todas las de Innsbruck), no existieron diferencias significativas. Milberg (1995) tampoco las encontró cuando comparó el número medio de especies en sus muestras de 33 cm², identificadas en cada una de las 2 profundidades que diferenció en su trabajo, 0-4 cm y 4-8 cm, al examinar un prado pastado y otro abandonado desde hacía 18 años.

III.3.3. Composición taxonómica

La Tabla 9 muestra las cantidades estimadas del número medio de semillas/m² de cada una de las especies identificadas en los primeros 20 cm de suelo, de los prados pirenaicos.

La especie más abundante en el *prado de regadío* fue *Lamium purpureum* con una media de 1.787,78 semillas/m². En segundo lugar se situó el *Plantago lanceolata* con 1.018,62 semillas/m², y les siguieron *Leucanthemum vulgare* (737,98 semillas/m²), *Stellaria media* (363,79 semillas/m²) y *Clinopodium vulgare* (322,22 semillas/m²).

El banco de semillas del prado de *secano intensivo* se caracterizó por las cantidades estimadas de las especies: *Agrostis capillaris* (789,95 semillas/m²), *Lamium purpureum* (623,65 semillas/m²), *Medicago lupulina* (561,28 semillas/m²), *Poa pratensis* (540,49 semillas/m²) y *Holcus lanatus* (436,55 semillas/m²).

Verbena officinalis fue la especie mayoritaria en el banco de semillas del prado de *secano extensivo* de Fragen, con una estimación media de 5.789,51 semillas/m². Le siguieron en importancia, aunque con cantidades considerablemente inferiores, *Medicago lupulina* (2.328,28 semillas/m²), *Stellaria media* (1.621,48 semillas/m²), *Plantago lanceolata* (1.060,20 semillas/m²) y *Holcus lanatus* (883,50 semillas/m²).

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

Especies del Banco de Semillas (0-20 cm) Nº de semillas/m ² ± s.e.	PRADO DE REGADÍO	SECANO INTENSIVO	SECANO EXTENSIVO	PRADO DE DIENTE	P
<i>Achillea millefolium</i>	--	--	10,39 ± 10,39	31,18 ± 17,82	ns
<i>Agrimonia eupatoria</i>	--	--	10,39 ± 10,39	353,40 ± 55,71	****
<i>Agrostis capillaris</i>	239,06 ± 52,97	789,95 ± 125,46	145,52 ± 39,14	51,97 ± 22,77	****
<i>Ajuga reptans</i>	--	--	41,58 ± 20,47	51,97 ± 22,77	*
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	10,39 ± 10,39	--	20,79 ± 14,63	--	ns
<i>Anagallis arvensis</i>	10,39 ± 10,39	41,58 ± 25,25	62,36 ± 38,58	103,94 ± 31,34	*
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	--	259,85 ± 86,62	--	--	****
<i>Aphanes arvensis</i>	--	--	10,39 ± 10,39	20,79 ± 14,63	ns
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	72,76 ± 26,65	20,79 ± 14,63	51,97 ± 27,14	145,52 ± 55,32	ns
<i>Atriplex patula</i>	31,18 ± 17,82	72,76 ± 26,65	155,91 ± 45,23	72,76 ± 26,65	ns
<i>Bellis perennis</i>	62,36 ± 28,87	20,79 ± 14,63	--	124,73 ± 39,86	**
<i>Brachypodium pinnatum</i>	31,18 ± 17,82	--	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	ns
<i>Calamintha sylvatica</i>	10,39 ± 10,39	--	--	--	ns
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	10,39 ± 10,39	--	--	--	ns
<i>Carex caryophylla</i>	124,73 ± 37,02	93,55 ± 39,35	41,58 ± 20,47	187,09 ± 99,52	ns
<i>Carex distans</i>	--	--	--	20,79 ± 14,63	ns
<i>Centaurea nigra</i>	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	20,79 ± 14,63	20,79 ± 20,79	ns
<i>Centaureum erythraea</i>	20,79 ± 14,63	10,39 ± 10,39	83,15 ± 28,34	124,73 ± 37,02	**
<i>Cerastium fontanum</i>	72,76 ± 26,65	124,73 ± 47,37	72,76 ± 30,47	62,36 ± 28,87	ns
<i>Chenopodium album</i>	31,18 ± 17,82	41,58 ± 25,25	--	10,39 ± 10,39	ns
<i>Cirsium vulgare</i>	--	--	10,39 ± 10,39	--	ns
<i>Clematis vitalba</i>	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	--	--	ns
<i>Chinopodium vulgare</i>	322,22 ± 73,42	41,58 ± 20,47	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	****
<i>Crepis capillaris</i>	--	--	--	166,31 ± 50,58	****
<i>Dactylis glomerata</i>	124,73 ± 47,37	187,09 ± 54,04	41,58 ± 20,47	41,58 ± 29,25	*
<i>Daucus carota</i>	311,82 ± 60,01	124,73 ± 59,61	498,92 ± 82,89	478,13 ± 114,84	**
<i>Festuca rubra</i>	20,79 ± 20,79	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	114,34 ± 48,76	**
<i>Galium verum</i>	--	--	332,61 ± 67,51	519,70 ± 131,72	****
<i>Gemsta scorpius</i>	--	--	--	41,58 ± 20,47	**
<i>Geranium molle</i>	--	20,79 ± 14,63	--	--	ns
<i>Geranium rotundifolium</i>	--	--	145,52 ± 39,14	20,79 ± 14,63	***
<i>Helianthemum nummularum</i>	--	--	--	10,39 ± 10,39	ns
<i>Hieracium pilosella</i>	--	--	--	93,55 ± 36,47	***
<i>Holcus lanatus</i>	124,73 ± 37,02	436,55 ± 81,16	883,50 ± 137,30	176,70 ± 73,95	****
<i>Hypericum maculatum</i>	--	10,39 ± 10,39	20,79 ± 14,63	--	ns
<i>Hypericum perforatum</i>	41,58 ± 20,47	--	145,52 ± 39,14	259,85 ± 61,58	****
<i>Juncus articulatus</i>	10,39 ± 10,39	--	--	--	ns
<i>Juncus bufonius</i>	31,18 ± 17,82	--	--	72,76 ± 30,47	*
<i>Juncus effusus</i>	51,97 ± 27,14	103,94 ± 37,67	31,18 ± 17,82	31,18 ± 17,82	ns
<i>Juncus inflexus</i>	83,15 ± 31,96	--	--	--	***
<i>Lamium purpureum</i>	1787,78 ± 258,04	623,65 ± 88,64	207,88 ± 53,27	135,12 ± 40,87	****
<i>Lathyrus pratensis</i>	--	--	31,18 ± 17,82	--	*
<i>Leontodon hispidus</i>	--	20,79 ± 14,63	--	114,34 ± 44,06	***
<i>Leucanthemum vulgare</i>	737,98 ± 103,73	10,39 ± 10,39	62,36 ± 28,87	135,12 ± 45,91	****
<i>Linum bienne</i>	--	--	--	20,79 ± 14,63	ns
<i>Lotus corniculatus</i>	--	--	--	31,18 ± 17,82	*
<i>Luzula campestris</i>	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	--	--	ns
<i>Medicago lupulina</i>	145,52 ± 39,14	561,28 ± 87,92	2328,28 ± 213,13	353,40 ± 63,06	****
<i>Medicago sativa</i>	20,79 ± 14,63	10,39 ± 10,39	41,58 ± 20,47	--	ns
<i>Mercurialis annua</i>	10,39 ± 10,39	--	--	--	ns
<i>Origanum vulgare</i>	--	145,52 ± 41,84	31,18 ± 17,82	31,18 ± 17,82	***
<i>Papaver rhoeas</i>	--	--	20,79 ± 14,63	20,79 ± 14,63	ns
<i>Picris hieracioides</i>	--	31,18 ± 17,82	51,97 ± 37,30	--	ns
<i>Plantago lanceolata</i>	1018,62 ± 154,23	31,18 ± 17,82	1060,20 ± 109,54	1049,80 ± 144,37	****
<i>Plantago major</i>	--	--	550,89 ± 95,12	43468,12 ± 4088,44	****
<i>Plantago media</i>	--	--	374,19 ± 76,08	987,44 ± 157,31	****
<i>Poa pratensis</i>	155,91 ± 54,03	540,49 ± 89,23	405,37 ± 69,13	10,39 ± 10,39	****
<i>Poa trivialis</i>	20,79 ± 14,63	197,49 ± 48,31	--	--	****
<i>Polygonum aviculare</i>	--	--	41,58 ± 20,47	135,12 ± 45,91	***
<i>Potentilla erecta</i>	--	--	--	114,34 ± 44,06	****
<i>Potentilla reptans</i>	--	--	62,36 ± 28,87	550,89 ± 197,36	****
<i>Prunella laciniata</i>	--	--	239,06 ± 48,67	478,13 ± 103,86	****
<i>Ranunculus bulbosus</i>	207,88 ± 44,32	270,25 ± 52,48	103,94 ± 37,67	103,94 ± 40,46	**
<i>Rhinanthus mediterraneus</i>	--	--	--	41,58 ± 20,47	**
<i>Rumex acetosa</i>	--	41,58 ± 20,47	176,70 ± 62,77	--	***
<i>Sanguisorba minor</i>	--	--	10,39 ± 10,39	436,55 ± 85,10	****
<i>Seseli montanum</i>	--	--	--	93,55 ± 33,35	***
<i>Silene vulgaris</i>	--	--	--	10,39 ± 10,39	ns
<i>Stellaria media</i>	363,79 ± 101,69	374,19 ± 77,50	1621,48 ± 202,20	1818,97 ± 229,05	****
<i>Taraxacum officinale</i>	41,58 ± 20,47	114,34 ± 38,79	31,18 ± 17,82	83,15 ± 28,34	ns
<i>Thymus serpyllum</i>	--	--	--	72,76 ± 30,47	***
<i>Tragopogon pratensis</i>	--	--	10,39 ± 10,39	--	ns
<i>Trifolium montanum</i>	10,39 ± 10,39	--	--	--	ns
<i>Trifolium pratense</i>	124,73 ± 37,02	62,36 ± 24,81	207,88 ± 49,00	62,36 ± 28,87	*
<i>Trifolium repens</i>	239,06 ± 52,97	239,06 ± 54,99	114,34 ± 35,87	41,58 ± 25,25	***
<i>Trisetum flavescens</i>	20,79 ± 14,63	--	--	--	ns
<i>Urtica dioica</i>	--	176,70 ± 46,85	--	--	****
<i>Valerianella dentata</i>	--	--	103,94 ± 37,67	311,82 ± 65,24	****
<i>Verbena officinalis</i>	--	93,55 ± 33,35	5789,51 ± 401,68	41,58 ± 32,77	****
<i>Veronica chamaedrys</i>	--	--	--	72,76 ± 33,87	***
<i>Veronica officinalis</i>	--	--	--	155,91 ± 63,33	***
<i>Vicia sativa</i>	--	--	197,49 ± 50,52	62,36 ± 24,81	****
<i>Viola versicolor</i>	51,97 ± 22,77	--	--	--	**
Sin identificar	41,58 ± 20,47	41,58 ± 25,25	155,91 ± 47,59	41,58 ± 25,25	*

Tabla 9: Composición florística comparada de los bancos de semillas en las parcelas de Fragen (Pirineos). Densidad estimada en nº medio de semillas/m² ± error estándar, para una profundidad de muestreo de 20 cm. Prueba de Kruskal-Wallis (n=400; p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.).

Como ya se dijo en el apartado III.3.1. en el *prado de diente* se identificaron las mayores densidades de semillas enterradas en los suelos de los prados pirenaicos. A este hecho contribuyó sobre todo las 43.368 semillas/m² estimadas de *Plantago major*. La segunda especie que más semillas aportó al suelo fue *Stellaria media* (1.818,97 semillas/m²) y le siguieron en este orden: *Plantago lanceolata* (1.049,80 semillas/m²), *Plantago media* (987,44 semillas/m²) y *Potentilla reptans* (550,89 semillas/m²). Todos estos taxones se caracterizan no sólo por su gran producción de semillas, sino que además éstas son incorporadas en altos porcentajes al suelo (Stevens, 1956; Grime *et al.*, 1988; Thompson *et al.*, 1997).

La composición taxonómica comparada de las parcelas alpinas figura en la Tabla 10. Veamos las especies más abundantes en cada una de las comunidades:

El *prado intensivo* no presentó un dominio claro en la incorporación de semillas al suelo por parte de ninguna especie. Por orden de abundancia se identificaron *Alchemilla vulgaris* (707,80 semillas/m²), *Cerastium fontanum* y *Polygala chamaebuxus* (665,22 semillas/m²), *Chenopodium bonus-henricus* (623,65 semillas/m²), y *Achillea millefolium*, *Sagina saginoides* y *Veronica montana* las tres con una estimación media de 457,34 semillas/m².

En el *prado extensivo* dominó ampliamente *Erica herbacea* con 3.575,57 semillas/m², en segundo lugar y con una densidad estimada ocho veces menor se situó *Chaerophyllum hirsutum* (415,76 semillas/m²) y le siguieron *Thymus pulegioides* (374,19 semillas/m²), *Helianthemum nummularium* (249,46 semillas/m²) y *Acinos alpinos* (207,88 semillas/m²).

La especie mayoritaria en el banco del *pasto intensivo* resultó ser *Calluna vulgaris* (10.477,25 semillas/m²) y a continuación se ordenaron las especies *Poa alpina* (1.579,90 semillas/m²), *Erica herbacea* (1.288,87 semillas/m²), *Agrostis capillaris* (1.164,14 semillas/m²) y *Carex ornithopoda* (789,95 semillas/m²).

Calluna vulgaris con 20.247,70 semillas estimadas/m² fue también la especie más abundante en el *pasto extensivo*. A continuación se situaron *Erica herbacea* (4.989 semillas/m²), *Agrostis capillaris* (457,34 semillas/m²), *Potentilla erecta* (415,76 semillas/m²) y *Phleum pratense* (374,19 semillas/m²).

Finalmente en el área de *pasto abandonado*, de nuevo fue *Calluna vulgaris* con 18.917,26 semillas/m² el taxón más representado en el banco, seguido al igual que en el *pasto extensivo* de *Erica herbacea* (5.945,42 semillas/m²). Tras estas dos especies y en orden decreciente se identificaron *Avenochloa pubescens* (457,34 semillas/m²), *Agrostis capillaris* (374,19 semillas/m²) y *Nardus stricta* (332,61 semillas/m²). Diversos trabajos recopilados por Thompson (1992) también describen al igual que en este caso la gran abundancia de *C. vulgaris* en suelos sometidos a regímenes extensivos y abandonados. En el Pirineo también se encuentra abundantemente en los suelos de los pastos supraforestales (García-Morchón, 1995), en cotas similares en las que se sitúan las parcelas estudiadas en los Alpes.

Observando estos resultados, se aprecia como salvo en el caso del prado de *secano intensivo* de Fragen y el *prado intensivo* de Innsbruck, los bancos de semillas se caracterizaron por la clara dominancia de una sola especie, que llega a doblar en casi todos los casos las

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

Especies del Banco de Semillas (0-20 cm) Nº de Semillas/m ² ± s.e.	PRADO INTENSIVO	PRADO EXTENSIVO	PASTO INTENSIVO	PASTO EXTENSIVO	PASTO ABANDONADO	P
<i>Achillea millefolium</i>	457,34 ± 170,58	-	-	-	-	***
<i>Acinos alpinos</i>	-	207,88 ± 120,02	-	-	-	ns
<i>Agrostis capillaris</i>	291,03 ± 140,99	-	1164,14 ± 270,51	457,34 ± 180,83	374,19 ± 157,41	****
<i>Ajuga pyramidalis</i>	-	41,58 ± 41,58	-	83,15 ± 57,56	-	ns
<i>Alchemilla vulgaris</i>	707,80 ± 298,37	-	-	-	-	****
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	-	-	41,58 ± 41,58	-	41,58 ± 41,58	ns
<i>Avenochloa pubescens</i>	-	-	-	-	457,34 ± 208,57	***
<i>Bellis perennis</i>	42,58 ± 41,58	-	-	-	-	ns
<i>Briza media</i>	124,73 ± 68,95	41,58 ± 41,58	249,46 ± 124,15	-	41,58 ± 41,58	ns
<i>Calluna vulgaris</i>	-	-	10477,2 ± 3347,1	20247,7 ± 1962,18	18917,2 ± 1939,92	****
<i>Campanula scheuchzeri</i>	-	41,58 ± 41,58	-	-	-	ns
<i>Carex montana</i>	-	-	-	83,15 ± 57,56	-	ns
<i>Carex ornithopoda</i>	-	83,15 ± 57,56	789,95 ± 557,42	41,58 ± 41,58	-	**
<i>Carex sempervirens</i>	83,15 ± 57,56	124,73 ± 91,41	291,03 ± 112,59	-	166,31 ± 77,78	ns
<i>Carum carvi</i>	124,73 ± 91,41	-	-	-	-	ns
<i>Cerastium fontanum</i>	665,22 ± 197,94	-	83,15 ± 83,15	-	-	****
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	-	415,76 ± 180,03	-	-	-	****
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	623,65 ± 199,03	-	166,31 ± 77,78	-	-	**
<i>Crepis aurea</i>	-	-	166,31 ± 77,78	-	-	**
<i>Crepis comyzifolia</i>	-	-	-	-	166,31 ± 129,82	ns
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	166,31 ± 98,24	-	-	*
<i>Deschampsia caespitosa</i>	83,15 ± 83,15	-	291,03 ± 153,23	-	-	*
<i>Erica herbacea</i>	-	3575,57 ± 756,89	1288,87 ± 754,99	4989,17 ± 881,97	5945,42 ± 1286,41	****
<i>Festuca rubra</i>	166,31 ± 98,24	83,15 ± 57,56	789,95 ± 283,26	291,03 ± 127,58	124,73 ± 68,95	ns
<i>Galium megalospermum</i>	-	-	83,15 ± 83,15	41,58 ± 41,58	-	ns
<i>Geum rivale</i>	41,58 ± 41,58	-	-	-	-	ns
<i>Globularia nudicaulis</i>	-	-	-	-	83,15 ± 57,56	ns
<i>Helianthemum mummularum</i>	-	249,46 ± 137,89	124,73 ± 68,95	207,88 ± 207,88	291,03 ± 127,58	ns
<i>Hieracium pilosella</i>	-	41,58 ± 41,58	83,15 ± 57,56	83,15 ± 57,56	-	ns
<i>Hippocrepis comosa</i>	-	83,15 ± 57,56	-	-	-	ns
<i>Holcus lanatus</i>	-	-	41,58 ± 41,58	-	-	ns
<i>Hypericum maculatum</i>	-	83,15 ± 57,56	166,31 ± 77,78	-	41,58 ± 41,58	ns
<i>Leontodon hispidus</i>	-	-	-	-	166,31 ± 129,82	ns
<i>Leucanthemum vulgare</i>	332,61 ± 115,74	-	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	-	***
<i>Luzula sylvatica</i>	-	-	207,88 ± 103,94	-	-	**
<i>Myosotis sylvatica</i>	207,88 ± 146,99	-	41,58 ± 41,58	-	-	ns
<i>Nardus stricta</i>	-	-	374,19 ± 157,41	249,46 ± 108,68	332,61 ± 155,56	****
<i>Phleum pratense</i>	-	-	-	374,19 ± 132,57	-	****
<i>Phyteuma orbiculare</i>	-	-	41,58 ± 41,58	-	-	ns
<i>Plantago lanceolata</i>	41,58 ± 41,58	124,73 ± 91,41	41,58 ± 41,58	-	83,15 ± 57,56	ns
<i>Poa alpina</i>	249,46 ± 150,39	-	1579,90 ± 323,83	166,31 ± 129,82	-	****
<i>Polygala chamaebuxus</i>	665,22 ± 581,45	124,73 ± 91,41	-	-	-	ns
<i>Potentilla aurea</i>	83,15 ± 57,56	166,31 ± 129,82	83,15 ± 57,56	-	-	ns
<i>Potentilla erecta</i>	249,46 ± 90,61	166,31 ± 98,24	415,76 ± 189,77	415,76 ± 169,73	291,03 ± 127,58	ns
<i>Ranunculus montanus</i>	41,58 ± 41,58	-	124,73 ± 91,41	-	-	ns
<i>Rumex acetosa</i>	-	-	83,15 ± 83,15	41,58 ± 41,58	-	ns
<i>Sagina saginoides</i>	457,34 ± 217,04	-	-	-	-	***
<i>Scabiosa columbaria</i>	-	41,58 ± 41,58	-	124,73 ± 68,95	-	ns
<i>Selaginella selaginoides</i>	-	-	-	-	83,15 ± 57,56	ns
<i>Sesleria varia</i>	83,15 ± 57,56	-	457,34 ± 121,21	-	41,58 ± 41,58	****
<i>Silene vulgaris</i>	332,61 ± 115,74	41,58 ± 41,58	-	-	-	***
<i>Soldanella pusilla</i>	-	83,15 ± 83,15	83,15 ± 57,56	-	-	ns
<i>Stellaria graminea</i>	-	-	41,58 ± 41,58	-	-	ns
<i>Thymus praecox</i>	374,19 ± 168,46	-	-	-	-	***
<i>Thymus pulegioides</i>	166,31 ± 98,24	374,19 ± 118,21	374,19 ± 231,49	166,31 ± 129,82	41,58 ± 41,58	ns
<i>Trifolium pratense</i>	83,15 ± 57,56	-	83,15 ± 57,56	83,15 ± 83,15	83,15 ± 57,56	ns
<i>Trifolium thalii</i>	-	-	41,58 ± 41,58	-	-	ns
<i>Vaccinium myrtillus</i>	41,58 ± 41,58	-	-	-	83,15 ± 83,15	ns
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	-	-	166,31 ± 98,24	-	-	*
<i>Veronica chamaedrys</i>	-	41,58 ± 41,58	-	-	166,31 ± 129,82	ns
<i>Veronica montana</i>	457,34 ± 275,53	-	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	ns
<i>Veronica officinalis</i>	83,15 ± 83,15	41,58 ± 41,58	-	-	-	ns
<i>Viola biflora</i>	41,58 ± 41,58	-	-	-	-	ns
Sin identificar	41,58 ± 41,58	124,73 ± 68,95	83,15 ± 57,56	207,88 ± 103,94	332,61 ± 155,56	ns

Tabla 10: Composición florística comparada de los bancos de semillas en las parcelas de Innsbruck (Alpes). Densidad estimada en nº medio de semillas/m² ± error estándar, para una profundidad de muestreo de 20 cm. Prueba de Kruskal-Wallis (n=125; p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.).

cantidades de semillas del siguiente taxón en abundancia. Williams (1984) indica cómo en los estudios sobre bancos de semillas, el encontrar una o dos especies claramente dominantes suele ser muy frecuente, y atribuye a estas especies tan prolíficas en su producción de semillas, las diferencias en el tamaño de los bancos. Asimismo, es frecuente identificar en el banco muchas especies con muy pocas semillas en el suelo (Thompson *et al.*, 1997), hecho que también se produjo en este estudio.

Rejmanek y Richardson (1996) enumeran algunos de los atributos que caracterizan a las especies invasoras: corto periodo juvenil, rápido crecimiento poblacional (corto periodo entre dos floraciones consecutivas), y una escasa masa de sus semillas. Esta última característica les permite producir mayor cantidad de semillas, tener una mejor dispersión, una alta germinabilidad inicial, necesitar periodos muy cortos de frío para entrar en estado de dormancia y conseguir altos porcentajes de crecimiento en estado de plántula. Los taxones dominantes en los distintos bancos de semillas de este trabajo atendiendo a los citados atributos, también podrían clasificarse como invasores.

En las Tablas 11 y 12 se han comparado las densidades de semillas de las especies más abundantes en este estudio, con los valores publicados por Thompson *et al.* (1997), que elaboraron un banco de datos a partir de una intensa revisión bibliográfica. Examinaron 275 publicaciones, de las que extrajeron 21.071 datos, de los cuales el 45 % pertenecen a comunidades herbáceas. Tras la comparación se advirtió:

- Las especies *Erica herbacea*, *Polygala chamaebuxus* y *Chenopodium bonus-henricus* no figuran en la base de datos, sin embargo se han comportado como buenas formadoras de bancos, sobre todo la primera.
- *Verbena officinalis*, *Poa alpina*, *Carex ornithopoda* y *Alchemilla vulgaris* incorporaron muchas más semillas al suelo que las que figuran en la base de datos, sin embargo el escaso número de publicaciones recopiladas para estas especies (entre 2 y 4) impide extraer conclusiones sobre el hecho.
- Las semillas estimadas en el suelo para *Plantago major*, *Medicago lupulina*, *Lamium purpureum*, y *Plantago media*, superan las cantidades máximas publicadas en Thompson *et al.* (1997).

BANCO DE SEMILLAS DE LOS PRADOS PIRENAICOS		REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (Thompson <i>et al.</i> , 1997)		
Especies más abundantes (0-20 cm)	Nº medio de semillas /m ²	Máximo Nº medio de semillas /m ²	Profundidad muestreada (cm)	Nº de Referencias consultadas
<i>Plantago major</i>	43.468	4.188	15	85
<i>Verbena officinalis</i>	5.789	37	15	4
<i>Medicago lupulina</i>	2.328	1.317	10	44
<i>Stellaria media</i>	1.818	35.650	20	106
<i>Lamium purpureum</i>	1.787	688	17	19
<i>Plantago lanceolata</i>	1.060	4.970	6	85
<i>Plantago media</i>	987	313	20	15
<i>Holcus lanatus</i>	883	5.957	5	85
<i>Agrostis capillaris</i>	789	5.237	10	54
<i>Leucanthemum vulgare</i>	737	2.292	20	56
<i>Potentilla reptans</i>	550	1.750	15	21
<i>Poa pratensis</i>	540	3.213	10	84
<i>Galium verum</i>	519	2.350	5	23

Tabla 11: Comparación entre las cantidades de semillas de las especies más abundantes en los bancos pirenaicos, y las documentadas en la base de datos de Thompson *et al.*, (1997).

Los valores obtenidos en este trabajo para los 11 taxones citados, pueden cubrir en algunos casos parte de la falta de información actual sobre algunas especies, y en otros completar la existente, sobre todo en cuanto a los límites máximos de semillas aportadas al suelo. El resto de las especies de las Tablas 11 y 12 entran dentro de los rangos de variación de los datos aportados por Thompson *et al.* (1997), y se consideran especies típicamente formadoras de bancos de semillas en el suelo.

BANCO DE SEMILLAS DE LAS COMUNIDADES ALPINAS		REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (Thompson <i>et al.</i> , 1997)		
Especies más abundantes (0-20 cm)	Nº medio de semillas /m ²	Máximo Nº medio de semillas /m ²	Profundidad muestreada (cm)	Nº de Referencias consultadas
<i>Calluna vulgaris</i>	20.247	46.167	5	38
<i>Erica herbacea</i>	5.945	--	--	--
<i>Poa alpina</i>	1.579	42	5	2
<i>Carex ornithopoda</i>	789	24	3	2
<i>Festuca rubra</i>	789	2.020	5	60
<i>Alchemilla vulgaris</i>	707	60	13	4
<i>Cerastium fontanum</i>	665	3.087	17,8	103
<i>Polygala chamaebuxus</i>	665	--	--	--
<i>Chenopodium bonus-he.</i>	623	--	--	--

Tabla 12: Comparación entre las cantidades de semillas de las especies más abundantes en los bancos alpinos, y las documentadas en la base de datos de Thompson *et al.*, (1997).

Comparando las densidades estimadas de cada una de las especies en los cuatro prados de Fragen mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 9), se identificaron 38 especies con diferencias altamente significativas ($p < 0,001$ y $p < 0,0001$) que por su abundancia en una u otra comunidad las podríamos clasificar del modo siguiente:

- a) Especies presentes únicamente en las parcelas de manejo más intensivo: *Anthoxanthum odoratum*, *Juncus inflexus*, *Poa trivialis*, *Urtica dioica*.
- b) Especies presentes en todas las parcelas pero más abundantemente en las intensivas: *Agrostis capillaris*, *Clinopodium vulgare*, *Lamium purpureum*, *Leucanthemum vulgare*, *Poa pratensis* y *Trifolium repens*.
- c) Especies presentes únicamente en las parcelas de manejo más extensivo: *Agrimonia eupatoria*, *Crepis capillaris*, *Galium verum*, *Geranium rotundifolium*, *Hieracium pilosella*, *Hypericum perforatum*, *Plantago major*, *Plantago media*, *Polygonum aviculare*, *Potentilla erecta*, *Potentilla reptans*, *Prunella laciniata*, *Sanguisorba minor*, *Seseli montanum*, *Thymus serpyllum*, *Valerianella dentata*, *Veronica chamaedrys*, *Veronica officinalis* y *Vicia sativa*.
- d) Especies presentes en todas las parcelas pero más abundantemente en las extensivas: *Daucus carota*, *Holcus lanatus*, *Medicago lupulina*, *Plantago lanceolata* y *Stellaria media*.

La prueba de Kruskal-Wallis para las parcelas alpinas (Tabla 10), determinó 15 especies con diferencias altamente significativas ($p < 0,001$ y $p < 0,0001$) que se clasificaron en dos grupos,

de acuerdo a su mayor abundancia en las parcelas de manejo intensivo (*prados*), o en las extensivas (*pastos*), ya que las especies comunes a todas las comunidades, no presentaron en esta ocasión diferencias significativas:

- a) Especies presentes únicamente en las parcelas de manejo intensivo, o más abundantes en ellas: *Achillea millefolium*, *Alchemilla vulgaris*, *Cerastium fontanum*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Leucanthemum vulgare*, *Sagina saginoides*, *Silene vulgaris* y *Thymus praecox*.
- b) Especies presentes únicamente en las parcelas de manejo extensivo, o más abundantes en ellas: *Agrostis capillaris*, *Avenochloa pubescens*, *Calluna vulgaris*, *Erica herbacea*, *Phleum pratense*, *Poa alpina* y *Sesleria varia*.

Comparando estos taxones con los clasificados en los prados pirenaicos sólo se encontraron dos coincidencias: *Leucanthemum vulgare* y *Agrostis capillaris*. La primera estuvo asociada en ambos casos con un manejo intensivo, mientras que la gramínea en los Pirineos se identificó en todos los prados, aunque más abundantemente en los intensivos, pero en los Alpes abundó preferentemente en el *pasto intensivo*, aunque también se contabilizó en el *prado intensivo*.

Los resultados aquí indicados refrendan el hecho de que la composición taxonómica del banco refleja el manejo agrícola al que se ha sometido a la comunidad (Harper, 1977). De tal modo que al igual que ocurre con la vegetación aérea (Snaydon, 1987), la presencia en el banco de ciertas especies puede ser indicadora de la intensidad en la gestión de la comunidad por parte del ganadero.

Finalmente, se confeccionaron las Tablas 13 y 14 en las que figuran las especies con resultados significativos del Test U de Mann-Withney, que comparaba las cantidades identificadas en cada profundidad muestral. Tras una primera observación se apreció que el número de estas especies en las comunidades pirenaicas fue claramente superior al de las parcelas alpinas. La mayor intensidad del muestreo en el primer caso y las diferencias en el pasado reciente de la vegetación podrían explicar el hecho.

Las especies de la Tabla 13 a su vez las podemos clasificar en tres grupos, en el primero de los cuales encontraríamos a *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major* y *Vicia sativa*, especies típicas de estas comunidades herbáceas cuyas semillas se identificaron de forma más abundante en el horizonte superficial del suelo. Otro grupo lo formarían *Agrostis capillaris*, *Clinopodium vulgare* y *Lamium purpureum*, especies que en unos prados tuvieron una presencia significativamente mayor en el primer horizonte y en otros en el segundo. Por último *Agrimonia eupatoria*, *Atriplex patula*, *Centaureum erythraea*, *Cerastium fontanum*, *Juncus effusus*, *Leucanthemum vulgare*, *Medicago lupulina*, *Poa pratensis*, *Polygonum aviculare*, *Ranunculus bulbosus*, *Stellaria media* y *Verbena officinalis* incorporaron semillas preferentemente en profundidad.

ESPECIES Nº de semillas estimadas /m ²	PRADO DE REGADÍO			SECANO INTENSIVO			SECANO EXTENSIVO			PRADO DE DIENTE		
	0-5 cm	5-20 cm	p	0-5 cm	5-20 cm	p	0-5 cm	5-20 cm	p	0-5 cm	5-20 cm	p
<i>Agrimonia eupatoria</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	31,18	322,22	****
<i>Agrostis capillaris</i>	51,97	187,09	**	550,89	239,06	*	--	145,52	***	--	--	--
<i>Ajuga reptans</i>	--	--	--	--	--	--	--	41,58	*	--	--	--
<i>Atriplex patula</i>	--	--	--	--	72,76	**	--	155,91	***	--	72,76	**
<i>Bellis perennis</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	103,94	20,79	*
<i>Carex caryophylla</i>	20,79	103,94	*	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Centaureum erythraea</i>	--	--	--	--	--	--	--	83,15	**	--	--	--
<i>Cerastium fontanum</i>	--	72,76	**	10,39	114,34	*	--	--	--	--	--	--
<i>Clinopodium vulgare</i>	239,06	83,15	**	--	41,58	*	--	--	--	--	--	--
<i>Festuca rubra</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	103,94	10,39	*
<i>Genista scorpius</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	41,58	--	*
<i>Holcus lanatus</i>	--	--	--	--	--	--	841,92	41,58	****	--	--	--
<i>Hypericum perforatum</i>	--	41,58	*	--	--	--	114,34	31,18	*	--	--	--
<i>Juncus effusus</i>	--	--	--	--	103,94	**	--	--	--	--	--	--
<i>Lamium purpureum</i>	51,97	1 735,81	****	197,49	426,16	*	--	--	--	114,34	20,79	*
<i>Leucanthemum vulgare</i>	62,36	675,62	****	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Medicago lupulina</i>	10,39	135,12	**	41,58	519,70	****	873,10	1 455,17	**	--	--	--
<i>Plantago lanceolata</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	748,38	301,43	***
<i>Plantago major</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	24 925,05	18 543,07	**
<i>Poa pratensis</i>	--	--	--	--	--	--	114,34	291,03	**	--	--	--
<i>Polygonum aviculare</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	20,79	114,34	*
<i>Prunella laciniata</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	384,58	93,55	**
<i>Ranunculus bulbosus</i>	51,97	155,91	*	31,18	239,06	****	--	--	--	--	--	--
<i>Rhinanthus medieterraneus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	41,58	--	*
<i>Rumex acetosa</i>	--	--	--	41,58	--	*	--	--	--	--	--	--
<i>Sanguisorba minor</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	353,40	83,15	***
<i>Seseli montanum</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	83,15	10,39	**
<i>Stellaria media</i>	51,97	311,82	**	62,36	311,82	**	--	--	--	602,86	1 216,11	**
<i>Taraxacum officinale</i>	--	41,58	*	--	--	--	--	--	--	83,15	--	**
<i>Verbena officinalis</i>	--	--	--	--	93,55	**	841,92	4 947,59	****	--	--	--
<i>Vicia sativa</i>	--	--	--	--	--	--	176,70	20,79	**	62,36	--	*
<i>Viola versicolor</i>	--	51,97	*	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 13: Especies del banco de semillas de las cuatro comunidades pirenaicas que presentaron diferencias significativas en el número de semillas germinadas en cada una de las dos profundidades muestrales (0-5 cm y 5-20 cm). Prueba de Mann-Withney (n=200; p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.).

Las especies con semillas de vida corta no tienen tiempo para alcanzar grandes profundidades en el suelo. Las condiciones de germinación (luz y temperatura) son más idóneas cerca de la superficie, por lo que la probabilidad de germinación disminuye con la profundidad. Esto hace que estas semillas no se introduzcan de forma natural en estos horizontes (Thompson y Grime, 1979). Sin embargo otras de vida más larga sí que se pueden encontrar en ellos, y generalmente se entiende que las semillas identificadas a mayores profundidades son mas viejas que las encontradas en horizontes superficiales (Warr *et al.*, 1994). En la recopilación de Thompson *et al.*, (1997), están datadas las siguientes edades máximas de las semillas para el tercero de los grupos comentados: *A. patula* 58 años, *C. fontanum* 40 años, *J. effusus* 73 años, *L. vulgare* 39 años, *M. lupulina* 80 años, *P. pratensis* 39 años, *P. aviculare* 460 años, *R. bulbosus* 60 años y *S. media* 660 años (para las especies *A. eupatoria*, *C. erythraea* y *V. officinalis* no se encontraron datos). Lo cual confirma que se trata de especies con semillas de vida larga, alguna de las cuales podrían llevar varios años enterradas en estos suelos. Además su pequeño tamaño y su forma compacta las capacita para su persistencia en el suelo (Thompson, 1993).

ESPECIES Nº de semillas estimadas/m ²	PRADO INTENSIVO			PRADO EXTENSIVO			PASTO INTENSIVO			PASTO EXTENSIVO			PASTO ABANDONADO		
	0-5 cm	5-20 cm	p	0-5 cm	5-20 cm	p	0-5 cm	5-20 cm	p	0-5 cm	5-20 cm	p	0-5 cm	5-20 cm	p
<i>Agrostis capillaris</i>	166,31	124,73	n s	--	--	--	914,68	249,46	*	374,19	83,15	n s	291,03	83,15	n s
<i>Calluna vulgaris</i>	--	--	--	--	--	--	4199,22	6278,04	n s	7774,79	12472,92	**	11641,39	7275,87	**
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	374,19	249,46	n s	--	--	--	--	166,31	*	--	--	--	--	--	--
<i>Helianthemum nummularium</i>	--	--	--	41,58	207,88	n s	124,73	--	n s	124,73	83,15	n s	291,03	--	*
<i>Leucanthemum vulgare</i>	41,58	291,03	*	--	--	--	41,58	--	n s	--	41,58	n s	--	--	--
<i>Thymus praecox</i>	--	374,19	*	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 14: Especies del banco de semillas de las cinco comunidades alpinas que presentaron diferencias significativas en el número de semillas germinadas en cada una de las dos profundidades muestrales (0-5 cm y 5-20 cm). Prueba de Mann-Withney (n=50; p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.).

No es de extrañar que en estos horizontes profundos existan taxones más asociados con el pasado reciente de la comunidad que con la vegetación actual (Bakker *et al.*, 1991; Milberg, 1995). En muchos prados es frecuente encontrar especies de malas hierbas agrícolas que reflejan periodos previos en el cultivo de estas comunidades (Brenchley, 1918; Chippendale y Milton, 1934; Douglas, 1965; Schenkeveld y Verkaar, 1984; Graham y Hutchings, 1988a). Este hecho explicaría la presencia en profundidad en los bancos de Fragen de *Agrimonia eupatoria*, *Atriplex patula*, *Centaureum erythraea*, *Polygonum aviculare*, *Stellaria media* y *Verbena officinalis*, especies típicamente arvenses. En la segunda profundidad de los bancos alpinos no existen evidencias de este tipo de especies.

Sin embargo, de las especies significativamente más abundantes en el primer horizonte: *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major* y *Vicia sativa* pueden alcanzar unas edades máximas de 12, 15, 40 y 35 años respectivamente. La razón de encontrarse preferentemente en superficie, sobre todo en los dos últimos casos se debe a que son semillas que se están produciendo por la vegetación aérea en estos prados como se verá en próximos capítulos.

De los taxones presentes en la Tabla 14 cabe resaltar el irregular comportamiento de *Calluna vulgaris* que ya había sido apuntado por Willems (1988) al encontrar unas densidades del orden de 300 semillas/cm² tremendamente variables en profundidad, tras analizar los primeros 20 cm de suelo de una comunidad herbácea.

III.3.4. Correlación y afinidad entre los dos horizontes muestrales del banco de semillas

Los valores de los Coeficientes de Correlación y de Afinidad calculados entre las semillas halladas en los primeros 5 cm de suelo y las restantes (5-20 cm), se pueden observar en las Tablas 15 y 16, para las comunidades pirenaicas y alpinas, respectivamente.

Comunidades Pirenaicas	Relaciones entre los bancos de semillas de las dos profundidades muestrales (0-5 cm y 5-20 cm)				
	Coeficientes de Correlación de Kendall			Coeficiente de Afinidad de Sorensen (%)	
	n	r _k	p	Cualitativo	Cuantitativo
Prado de Regadío	42	0,430	****	68,75	44,98
Secano Intensivo	39	0,384	***	53,47	73,02
Secano Extensivo	51	0,411	****	74,07	52,39
Prado de Diente	61	0,346	****	80,39	79,41

Tabla 15: Correlaciones de Kendall (r_k) y nivel de significación (p) entre los porcentajes de semillas de las especies identificadas (n) en cada una de las dos profundidades muestrales de las comunidades pirenaicas (p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.). Los coeficientes de Sorensen que figuran en % se realizaron a partir del número de especies (índice cualitativo) y del número de individuos (índice cuantitativo) de cada profundidad.

En los prados de Fragen se obtuvieron unas correlaciones positivas significativas, cuantificadas entre el 0,34 y el 0,43, sin que se apreciaran grandes variaciones con el tipo de gestión de la comunidad. Los índices de afinidad sin embargo, tanto el cuantitativo como el cualitativo, sí que presentaron una tendencia a incrementarse cuando el manejo de los prados se hacía más extensivo.

Comunidades Alpinas	Relaciones entre los bancos de semillas de las dos profundidades muestrales (0-5 cm y 5-20 cm)				
	Coeficientes de Correlación de Kendall			Coeficiente de Afinidad de Sorensen (%)	
	n	r _k	p	Cualitativo	Cuantitativo
Prado Intensivo	30	0,157	n.s.	66,66	51,68
Prado Extensivo	23	0,265	n.s.	68,57	63,58
Pasto Intensivo	37	0,365	***	72,41	71,20
Pasto Extensivo	20	0,519	***	75,00	75,40
Pasto Abandonado	23	0,130	n.s.	72,22	73,48

Tabla 16: Correlaciones de Kendall (r_k) y nivel de significación (p) entre los porcentajes de semillas de las especies identificadas (n) en cada una de las dos profundidades muestrales de las comunidades alpinas (p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.). Los coeficientes de Sorensen que figuran en % se realizaron a partir del número de especies (índice cualitativo) y del número de individuos (índice cuantitativo) de cada profundidad.

Esta misma tendencia en la afinidad se mantuvo en las parcelas alpinas (Tabla 16), aunque esta vez los coeficientes de correlación solamente fueron significativos en dos comunidades: en el *pasto intensivo* y en el *pasto extensivo*.

Los resultados confirman la presencia en los prados estudiados de unos contenidos diferenciales de semillas enterradas, dependientes de la profundidad muestral, tal y como ya había sido apuntado por Harper (1977) y Rice (1989). Esta disposición vertical de las semillas en el suelo, está fuertemente influida por los procesos ocurridos en el historial de la vegetación (Simpson *et al.*, 1989). La intensificación aplicada en la gestión, parece incrementar las diferencias entre las dos profundidades, mientras que en las parcelas extensivas las poblaciones de semillas encontradas en ambos niveles son más afines. No cabe duda que el efecto del corte de la vegetación puede potenciar estas diferencias, frente al efecto del pastoreo, que ayuda a incorporar las semillas en profundidad (Harper, 1977), motivo por el que, entre otros, éste último factor está recomendado en el manejo para la conservación de las especies de estas comunidades (Willems, 1983).

III.3.5. Relación media-varianza muestral

En las Tablas 17 y 18 quedan reflejados los resultados de las regresiones entre las medias y las varianzas muestrales de las distintas comunidades. En todas ellas se cumplió la *Ley de Taylor* (Taylor, 1961), tal y como lo indicaron los altos valores de los coeficientes de

Comunidades Pirenaicas	Relación entre la media y la varianza muestral			
	n	Regresión	Correlación	p
Prado de Regadío	42	$\log(\text{var}) = 0,24 + 1,14 * \log(\text{med})$	0.988	****
Secano Intensivo	39	$\log(\text{var}) = 0,22 + 1,11 * \log(\text{med})$	0.990	****
Secano Extensivo	51	$\log(\text{var}) = 0,01 + 1,00 * \log(\text{med})$	0.999	****
Prado de Diente	61	$\log(\text{var}) = 0,49 + 1,30 * \log(\text{med})$	0.978	****

Tabla 17: Resultados de la regresión entre la media (med) y la varianza muestral (var) en las parcelas de Fragen (Pirineos), n=nº de especies identificadas en el banco, p=nivel de significación de la correlación múltiple (p<0,0001 ****).

Relación entre la media y la varianza muestral				
Comunidades Alpinas	n	Regresión	Correlación	p
Prado Intensivo	30	$\log(\text{var}) = 0,04 + 1,34 * \log(\text{med})$	0.941	****
Prado Extensivo	23	$\log(\text{var}) = 0,39 + 1,28 * \log(\text{med})$	0.984	****
Pasto Intensivo	37	$\log(\text{var}) = 0,52 + 1,43 * \log(\text{med})$	0.962	****
Pasto Extensivo	20	$\log(\text{var}) = 0,37 + 1,25 * \log(\text{med})$	0.982	****
Pasto Abandonado	23	$\log(\text{var}) = 0,41 + 1,30 * \log(\text{med})$	0,988	****

Tabla 18: Resultados de la regresión entre la media (*med*) y la varianza muestral (*var*) en las parcelas de Innsbruck (Alpes), n=nº de especies identificadas en el banco, p=nivel de significación de la correlación múltiple (p<0,0001 ****).

correlación, superiores en todos los casos a 0,94.

Esta significativa relación entre los dos parámetros podría utilizarse en futuros trabajos sobre estas mismas comunidades evitando el análisis individualizado de las muestras, obteniendo las varianzas observacionales mediante las citadas regresiones (Barralis *et al.*, 1986).

Tras la representación gráfica de la *Ley de Taylor* para cada una de parcelas pirenaicas (Figura 13) se observó una variación en los parámetros de las distintas rectas obtenidas (elevación y pendiente). Comparando las cuatro rectas de regresión mediante un análisis de la varianza se obtuvieron diferencias significativas (la hipótesis de igualdad de estas rectas se rechazó: $F_{\text{observada}} = 28,70$; $F_{\text{teórica}} = 2,15$; $p < 0,025$). El manejo de los prados afecta de modo

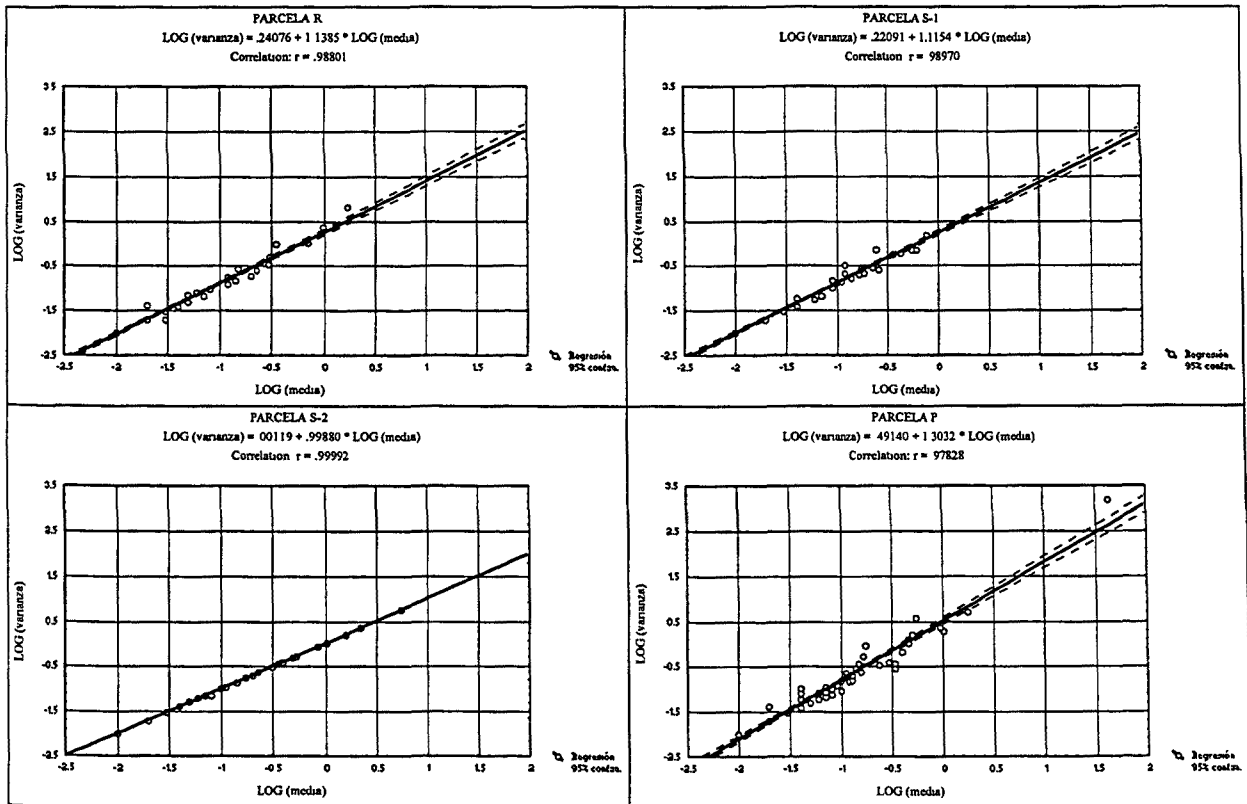


Figura 13: Relación entre la media y la varianza muestral de las especies identificadas en el banco de semillas de las cuatro parcelas estudiadas en Fragen (Pirineos). R=Prado de siega regado; S-1=Prado de secano intensivo; S-2=Prado de secano extensivo; P=Prado de diente.

distinto a los parámetros de la recta, pudiéndose observar que las citadas diferencias no son debidas a los prados intensivos (*regadío* y *secano intensivo*), con ecuaciones de la recta muy parecidas. La población más equilibrada (varianzas más bajas para las mismas medias) resultó ser el *secano extensivo*.

Dessaint *et al.* (1990) ya describieron tras el análisis del banco de varias parcelas agrícolas, cómo la ecuación de la *Ley de Taylor* no era única. A pesar de la falta de estabilidad de esta ley entre distintas comunidades, ya se había probado su consistencia en el tiempo (Reiné, 1993; Vidal y Recasens, 1995), por lo que su empleo ha resultado útil para comparar el equilibrio entre las abundancias estimadas de las especies del banco en las distintas comunidades.

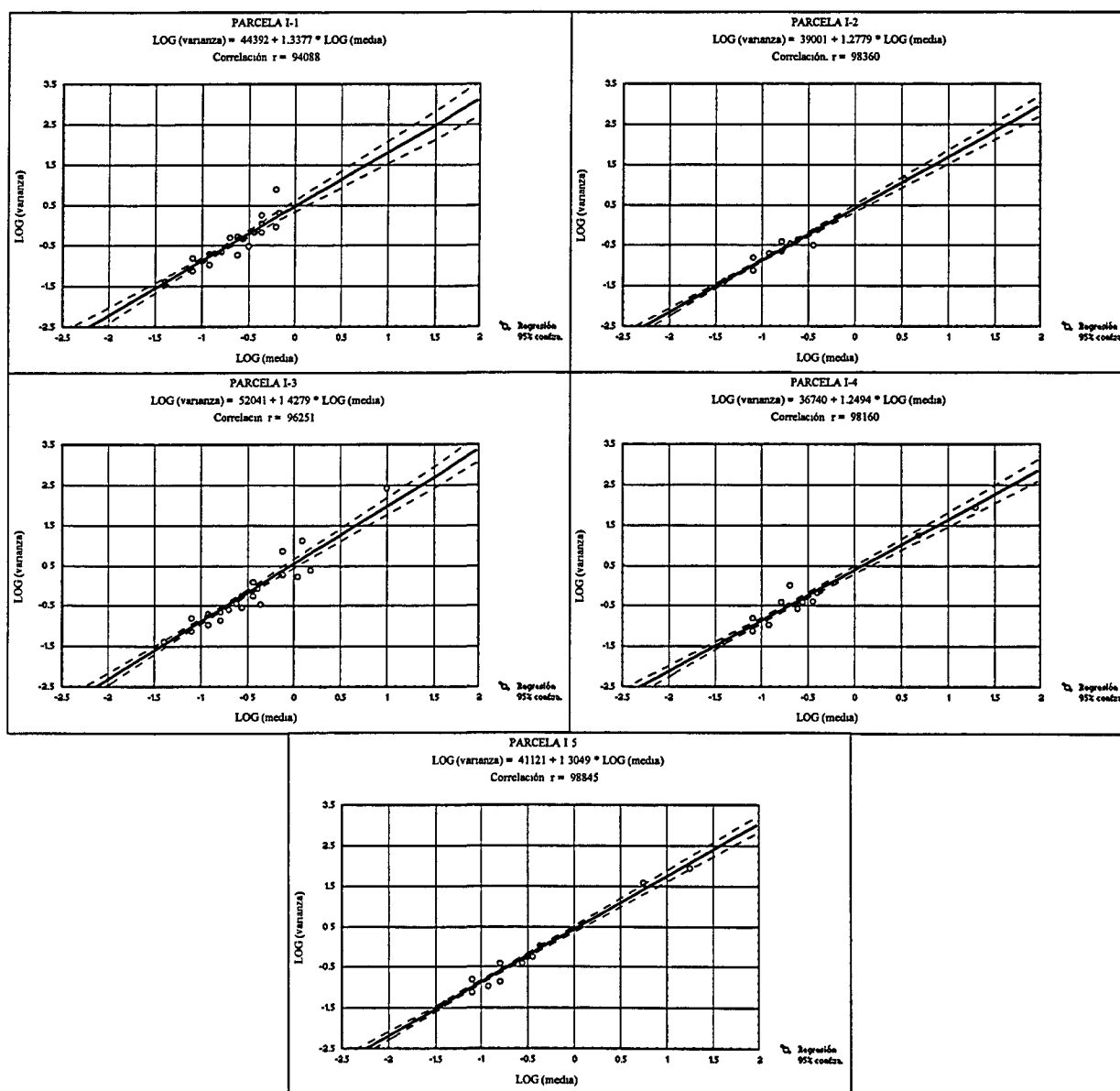


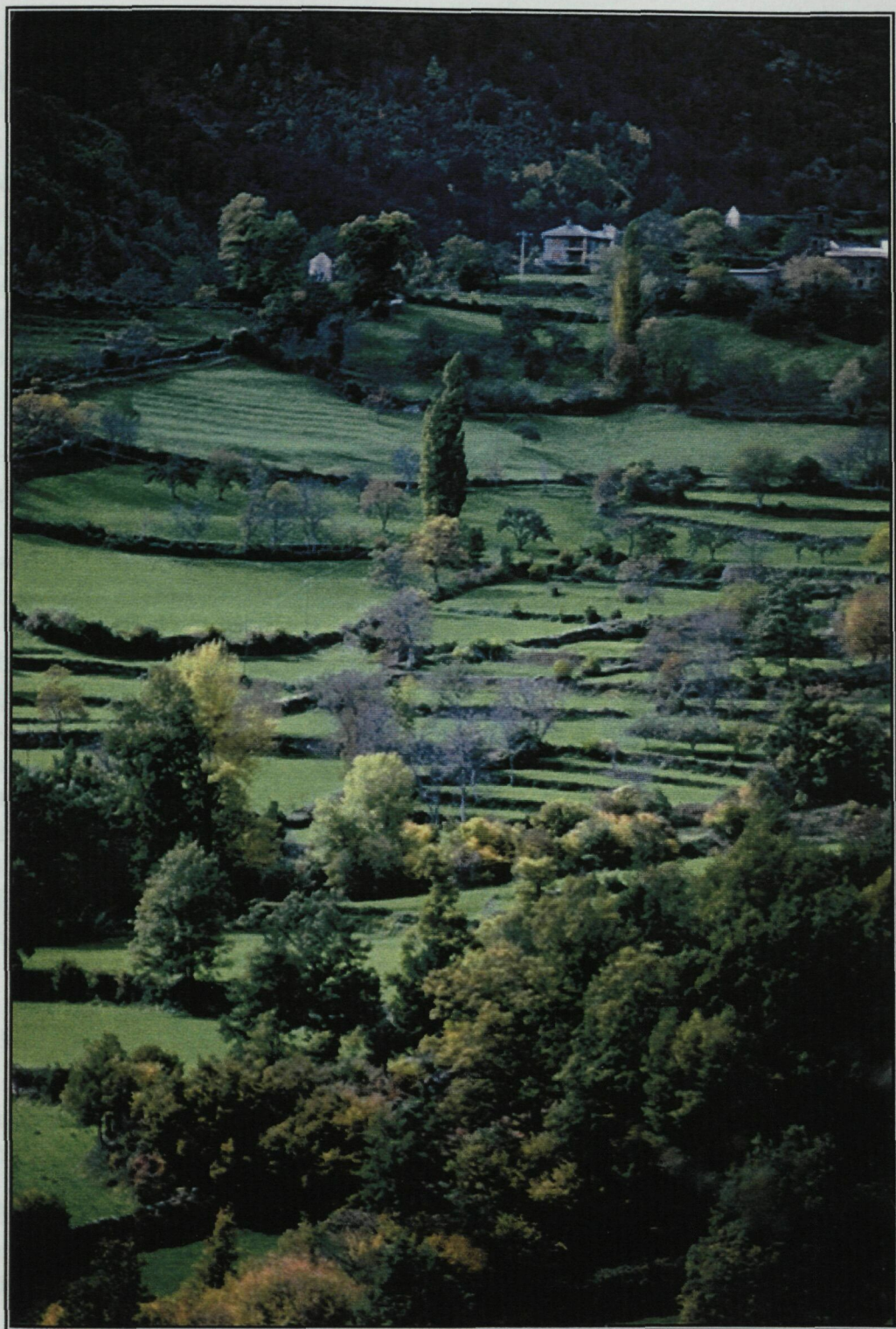
Figura 14: Relación entre la media y la varianza muestral de las especies identificadas en el banco de semillas de las cinco parcelas estudiadas en Innsbruck (Alpes). I-1=Prado Intensivo; I-2=Prado Extensivo; I-3=Pasto Intensivo; I-4=Pasto Extensivo; I-5=Pasto Abandonado.

En la Figura 14 están representadas las rectas de regresión de las parcelas alpinas. Tras su primer análisis se observó cómo las pendientes y elevaciones de estas regresiones se mueven en los mismos rangos que en el caso pirenaico. Comparando las cinco rectas en este caso no se obtuvieron diferencias significativas (se aceptó la hipótesis de igualdad: $F_{\text{observada}} = 1,60$; $F_{\text{teórica}} = 2,02$), por lo que podríamos concluir que atendiendo únicamente a la relación media-varianza muestral, todas las regresiones estimarían la misma población, o lo que es lo mismo el manejo no origina en el caso alpino grandes desequilibrios entre las abundancias de las especies del banco. Una vez más se podría argumentar que las diferencias en el manejo de los prados alpinos no son detectados mediante este nuevo análisis del banco de semillas.

III.4. CONCLUSIONES

- * El contenido total de semillas viables en el suelo de las comunidades herbáceas, resulta influenciado tanto por las técnicas de manejo actuales como por las del pasado reciente de la vegetación aérea de cada parcela. Los prados sometidos a una gestión ganadera más intensiva, que además en el caso pirenaico son los más antiguos, presentaron menores cantidades de semillas enterradas en el suelo que los de régimen más extensivo. El corte de la vegetación parece ser el factor de manejo más influyente en la disminución de reservas de semillas de estos suelos.
- * El banco de semillas se distribuye preferentemente en el horizonte superficial que forman los primeros 5 cm de suelo. Sin embargo, estas semillas mejor ubicadas para su germinación en condiciones naturales, sólo superan cuantitativamente a las localizadas entre los 5 y los 20 cm de profundidad en las parcelas más extensivas, lo cual indica que en este segundo horizonte permanece un buen número de semillas que podrían establecerse tras alteraciones naturales o deliberadas de la vegetación aérea.
- * El número medio de especies identificadas en el suelo también se incrementa cuando el manejo se hace más extensivo, aunque no de una forma tan clara como las cantidades de semillas, sobre todo en los prados alpinos.
- * La composición florística de los bancos resultó estar dominada por una serie de especies como *Plantago major*, *Verbena officinalis*, *Medicago lupulina* y *Stellaria media* en los prados pirenaicos y *Calluna vulgaris*, *Erica herbacea* y *Poa alpina* en los Alpes, todas ellas buenas productoras de semillas, formadoras de bancos persistentes, y de carácter invasor. Algunas presentaron cantidades de semillas en el suelo muy superiores a las documentadas hasta la fecha.
- * La composición taxonómica del banco reflejó el manejo al que se sometía la comunidad. Así se identificaron una serie de taxones de forma más abundante o presentes únicamente en las parcelas extensivas como *Potentilla sp.*, *Veronica sp.* y *Plantago sp.* y otras como *Urtica dioica*, *Juncus inflexus*, y *Lamium purpureum* más asociadas a regímenes intensivos.

- * Analizando los taxones encontrados en cada horizonte muestral también se detectó, sobre todo en los prados pirenaicos, la mayor preferencia de especies como *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata* y *Plantago major* por el horizonte superficial. Otras como *Agrimonia eupatoria*, *Atriplex patula*, *Centaureum erythraea*, *Polygonum aviculare*, *Stellaria media* y *Verbena officinalis* incorporaron semillas preferentemente en profundidad. Estas últimas especies típicamente arvenses, capaces de permanecer enterradas en el suelo gran cantidad de años, podrían tener su origen en los antiguos cultivos del cereal, que se desarrollaron en estas parcelas pirenaicas hasta hace unos cuarenta años.
- * Existen diferencias en la composición taxonómica del banco de semillas de los primeros cinco cm de suelo y de los quince restantes, sin embargo en la mayoría de las comunidades estudiadas sigue existiendo una correlación positiva entre ambas poblaciones. La afinidad entre ellas es mayor en las parcelas extensivas, lo que evidencia que un manejo intensivo estratifica claramente las semillas en el suelo, mientras que en el extensivo las semillas existentes se distribuyen verticalmente de modo más homogéneo.
- * Existe una relación lineal entre la media y la varianza muestral de las especies identificadas en cada una de las comunidades herbáceas. Esta relación que en las parcelas alpinas permanece estable, en los prados pirenaicos varía con el régimen agrícola de la comunidad, obteniéndose rectas de menor pendiente en los bancos más equilibrados.



CAPÍTULO IV
BANCOS DE SEMILLAS Y
VEGETACIÓN AÉREA

Foto página anterior: Estructura en malla de la pradería de Fragen (Huesca). Las parcelas están aterrazadas sobre la ladera e individualizadas por muros de piedra o hileras de árboles. En la parte superior se pueden ver algunas casas del pueblo.

IV. BANCOS DE SEMILLAS Y VEGETACIÓN AÉREA

IV.1. INTRODUCCIÓN

En muchas comunidades herbáceas existe una clara diferencia entre las reservas de semillas enterradas en sus suelos y la vegetación establecida en su superficie. Las especies más frecuentes en la vegetación aérea o están ausentes del banco de semillas o están presentes en pequeñas cantidades y próximas a la superficie del suelo (Chippendale y Milton, 1934; Champness y Morris, 1948; Douglas, 1965; Major y Pyott, 1966; Schenkeveld y Verkaar, 1984; Bakker, 1989). Por otra parte, el banco de semillas contiene a menudo un número de especies características de los estados sucesionales anteriores (Willems, 1988) que originan las diferencias entre las dos poblaciones. Este grado de divergencia varía según el tipo de prado del que se trate (Rice, 1989). Nuestra hipótesis de partida es que será mayor en las comunidades sometidas a manejos más intensivos, que en el caso pirenaico son las más antiguas, y representan los estados sucesionales más maduros.

Los cambios en la composición de las especies de la vegetación establecida, originados por la aplicación de fertilizantes o por otros manejos ganaderos intensivos, hacen variar también el banco de semillas del suelo (Willems, 1988; Bakker, 1989; Mountford *et al.*, 1994). Es cuestión asumida que estas transformaciones inducidas en el banco, ocurrirán finalmente en los horizontes más profundos del suelo, por lo que éstos pueden reflejar los estados pasados de la vegetación, siempre que la profundidad del arado no haya afectado al perfil del suelo (Simpson *et al.*, 1989; Bekker *et al.*, 1997). Consecuentemente, es lógico pensar, *a priori*, en una mayor afinidad entre la vegetación y el horizonte superficial del banco, que entre ésta y el horizonte más profundo.

IV.1.1. Objetivos

- * Comparar la composición taxonómica de la vegetación aérea con la del banco de semillas, en prados sometidos a diferentes manejos ganaderos.
- * Obtener un índice de regeneración para las distintas comunidades en los dos gradientes de manejo estudiados: el pirenaico y el alpino, tomando como referencia la composición del banco de semillas y la vegetación aérea de la parcela más intervenida de cada zona.

IV.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* del capítulo anterior.

La vegetación aérea se muestreó en los prados pirenaicos entre los meses de junio y julio de 1994, coincidiendo con el máximo desarrollo de la comunidad, y sobre la misma red muestral diseñada para el estudio del banco de semillas. Fueron recolectadas 100 muestras de vegetación siguiendo el método *DeVries*, método destructivo consistente en la realización de cortes de pequeño tamaño, de unos 25 cm² (DeVries, 1948; DeVries y Deboer, 1959) y separando posteriormente en laboratorio las especies halladas en cada muestra. Para calcular la biomasa aportada por cada especie a la muestra, se secaron en una estufa durante 48h a 60°C.

En las parcelas de Innsbruck se muestreó la vegetación establecida siguiendo la misma metodología que en los Pirineos, salvo que en estos prados se recolectaron solamente 25 muestras en cada caso, durante la última semana del mes de junio de 1995, cuando la hierba estaba a punto de ser cortada en algunos prados. La reducción del número de muestras, al igual que ocurrió para el banco de semillas (apartado *III.2. Material y Métodos*) se justificó tras el análisis de la Figura 15. En ella se observa cómo en el caso pirenaico, un muestreo de 25 muestras en lugar de 100, hubiera estimado una población afín en un 85% o más en el número de especies, de la analizada a partir de las 100 muestras totales.

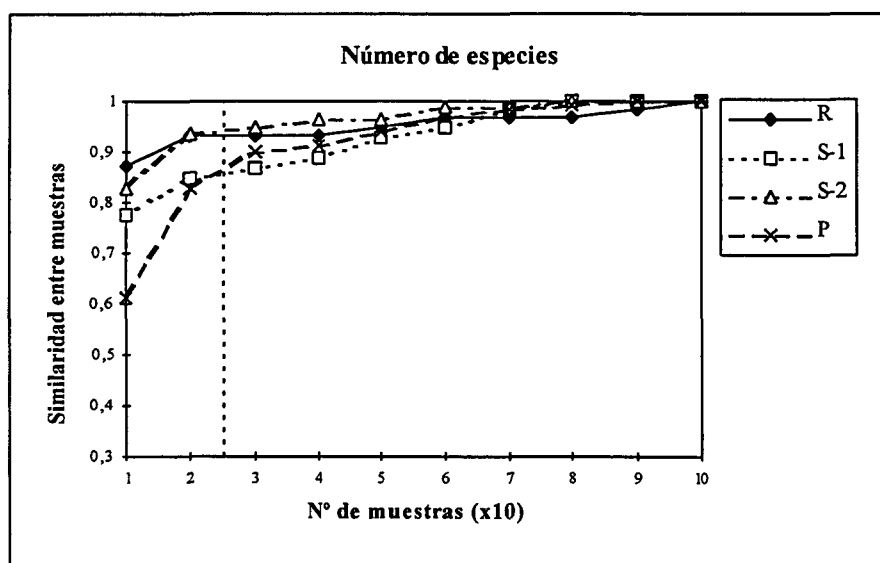


Figura 15: Variación de la similitud en el número de especies según el número de muestras de vegetación aérea analizadas (para $n=100$, el índice de Similitud de Sorensen = 1). R=Prado de siega regado; S-1=Prado de secano intensivo; S-2=Prado de secano extensivo; P=Prado de diente.

IV.2.1. Análisis de los datos

La abundancia de cada una de las especies del banco se estimó como el número medio de semillas viables/m² de suelo, con el correspondiente error estándar de la estimación. La vegetación aérea se cuantificó como porcentajes de biomasa de cada especie y sus frecuencias de aparición con respecto a la totalidad de las muestras.

El grado de correlación entre las composiciones florísticas de los bancos y de sus correspondientes vegetaciones aéreas se realizó mediante el Coeficiente de Correlación por Rangos de Kendall (r_k) (Zar, 1984), a partir de los valores de porcentajes de semillas y de biomasa de las distintas especies. Las afinidades cualitativas y cuantitativas entre las dos poblaciones se evaluaron mediante el índice de Sorensen (Sorensen, 1948), usando datos de presencia/ausencia en el primer caso y porcentajes de biomasa y de semillas en el segundo (Magurran, 1989).

Precisamente en la fórmula de Sorensen se basan Bekker *et al.*, (1997) para hallar un índice de regeneración, utilizado en este trabajo para evaluar la distancia regenerativa entre las composiciones específicas de la comunidad más intervenida con el resto, en cada una de los dos grupos de prados. Las fórmulas que proponen esos autores son:

$$IR = \frac{PS_{vv} + PS_{ss}}{2}$$

$$PS_{vv} = \frac{2 \times \sum \text{Min}(A_{iv}, A_{ivint})}{\sum A_{iv} + \sum A_{ivint}} \times 100 \quad PS_{ss} = \frac{2 \times \sum \text{Min}(A_{is}, A_{isint})}{\sum A_{is} + \sum A_{isint}} \times 100$$

siendo:

IR = Índice de Regeneración.

PS_{vv} = Porcentaje de similaridad entre la vegetación establecida del prado más intensivo y el siguiente de la serie.

A_{ivint} = Número total de especies en la vegetación establecida del prado más intensivo.

A_{iv} = Número total de especies en la vegetación establecida del siguiente prado de la serie.

PS_{ss} = Porcentaje de similaridad entre el banco de semillas del prado más intensivo y el siguiente de la serie.

A_{isint} = Número total de especies en el banco de semillas del prado más intensivo.

A_{is} = Número total de especies en el banco de semillas del siguiente prado de la serie.

De este modo el impacto de los componentes “banco de semillas del suelo” y “vegetación establecida” se analizaron de modo separado para estimar la distancia regenerativa de cada una de las parcelas con respecto a la más intervenida, a mayor distancia regenerativa probablemente un mayor esfuerzo o tiempo necesitará esa comunidad para alcanzar la composición específica de la parcela de referencia, bajo unas determinadas condiciones abióticas (Bekker *et al.*, 1997).

IV.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.3.1. Composición taxonómica comparada

Las tablas de las páginas siguientes (Tablas 19-22) reflejan la composición taxonómica del banco de semillas en cada horizonte de muestreo, y de la vegetación establecida, en los prados del Pirineo. Las abundancias de las especies del banco se expresaron tanto en número absoluto de semillas identificadas, como en términos de densidad media en el suelo con el error estándar de la estimación. En la vegetación aérea la importancia de cada especie se expresa como porcentaje de biomasa aportado y su frecuencia de aparición en las muestras.

En las parcelas pirenaicas más intensivas (*prado regado y secano intensivo*), esta vegetación establecida estuvo dominada por especies pertenecientes a la familia de las gramíneas como: *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Arrhenatherum elatius*, *Festuca pratensis* y *Lolium perenne*, de las cuales tan sólo las dos primeras presentaron semillas enterradas en el suelo. Sin embargo, otra gramínea como *Agrostis capillaris*, identificada abundantemente en el banco de semillas, no se describió en la vegetación. Este hecho ya ha sido expuesto por varios autores (Chippendale y Milton, 1934; Champness y Morris, 1948; Douglas, 1965; Jalloq, 1975) y llevó a Thompson y Grime (1979) a diferenciar dos grupos de especies de gramíneas según su persistencia en el suelo (Tipos I y III).

La composición de la vegetación aérea del *secano extensivo* presentó entre los taxones mayoritarios dicotiledóneas como: *Plantago lanceolata*, *Trifolium repens*, y *Lotus corniculatus* además de las tres primeras especies de gramíneas citadas en los prados intensivos. *P. lanceolata* y *T. repens*, además mostraron altas cantidades de semillas enterradas en el suelo. Chocarro *et al.* (1987) estudiando los prados altoaragoneses, también detectaron un descenso de los porcentajes de gramíneas en la vegetación aérea de las parcelas con una gestión más extensiva. *Verbena officinalis*, el taxón del cual se identificó una mayor cantidad de semillas en el suelo, no incluyó ninguna planta adulta en la composición de la vegetación establecida.

En el *prado de diente* fueron *Brachypodium pinnatum* y *Lotus corniculatus* las especies claramente dominantes en la vegetación, pese a que incorporaron muy pocas semillas al suelo, y solamente en el horizonte superficial. La espectacular abundancia de *Plantago major* en el banco de semillas de este prado, no se vio reflejada en la composición de la flora aérea, en la que a pesar de ser identificada, tanto su frecuencia de aparición como su porcentaje de biomasa no destacaron.

Observando los resultados de estos prados pirenaicos es de destacar las notables diferencias que existieron entre las composiciones del banco y de la vegetación, desemejanzas causadas en parte por las diversas formas de persistencia de los taxones en el suelo (Thompson y Grime, 1979).

IV. BANCOS DE SEMILLAS Y VEGETACIÓN AEREA

Parcela: R Prado de siega regado Manejo intensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=100) numero medio de individuos		BANCO DE SEMILLAS (n=100) número absoluto de individuos		VEGETACIÓN (n=100)	
	Profundidad 0-5 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	Frecuencia total (%)	% de biomasa
<i>Agrostis capillaris</i>	51,97 ± 31,94	187,09 ± 55,44	5	18	--	--
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Anagallis arvensis</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	31,18 ± 15,88	41,58 ± 22,98	3	4	1	0,01
<i>Atriplex patula</i>	10,39 ± 10,39	20,79 ± 13,86	1	2	--	--
<i>Bellis perennis</i>	31,18 ± 15,88	31,18 ± 22,18	3	3	1	0,01
<i>Brachypodium pinnatum</i>	--	31,18 ± 22,18	--	3	--	--
<i>Calamintha sylvatica</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Carex caryophylla</i>	20,79 ± 13,86	103,94 ± 37,95	2	10	--	--
<i>Centaureum erythraea</i>	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	1	1	--	--
<i>Centaurea nigra</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	12	4,21
<i>Cerastium fontanum</i>	--	72,76 ± 31,18	--	7	--	--
<i>Chenopodium album</i>	--	31,18 ± 22,18	--	3	--	--
<i>Clematis vitalba</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Clinopodium vulgare</i>	239,06 ± 41,14	83,15 ± 25,93	23	8	--	--
<i>Dactylis glomerata</i>	62,36 ± 51,85	62,36 ± 31,75	6	6	98	25,85
<i>Daucus carota</i>	93,55 ± 36,17	218,28 ± 52,43	9	21	18	0,36
<i>Festuca rubra</i>	20,79 ± 20,79	--	2	--	67	2,19
<i>Holcus lanatus</i>	62,36 ± 22,98	62,36 ± 31,75	6	6	65	11,33
<i>Hypericum perforatum</i>	--	41,58 ± 16,97	--	4	--	--
<i>Juncus articulatus</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	--	--
<i>Juncus bufonius</i>	--	31,18 ± 22,18	--	3	--	--
<i>Juncus effusus</i>	20,79 ± 13,86	31,18 ± 22,18	2	3	--	--
<i>Juncus inflexus</i>	20,79 ± 13,86	62,36 ± 31,75	2	6	--	--
<i>Lamium purpureum</i>	51,97 ± 27,93	1 735,81 ± 314,53	5	167	--	--
<i>Leucanthemum vulgare</i>	62,36 ± 31,75	675,62 ± 109,84	6	65	3	0,11
<i>Luzula campestris</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	31	0,08
<i>Medicago lupulina</i>	10,39 ± 10,39	135,12 ± 38,11	1	13	--	--
<i>Medicago sativa</i>	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	1	1	--	--
<i>Mercurialis annua</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Plantago lanceolata</i>	519,70 ± 107,35	498,92 ± 117,80	50	48	58	5,83
<i>Poa pratensis</i>	62,36 ± 22,98	93,55 ± 36,17	6	9	76	1,70
<i>Poa trivialis</i>	20,79 ± 20,79	--	2	--	25	0,74
<i>Ranunculus bulbosus</i>	51,97 ± 17,32	155,91 ± 44,50	5	15	1	0,02
<i>Stellaria media</i>	51,97 ± 23,24	311,82 ± 92,97	5	30	--	--
<i>Taraxacum officinale</i>	--	41,58 ± 31,75	--	4	17	0,42
<i>Trisetum flavescens</i>	20,79 ± 20,79	--	2	--	65	5,19
<i>Trifolium montanum</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	--	--
<i>Trifolium pratense</i>	51,97 ± 17,32	72,76 ± 22,18	5	7	61	5,76
<i>Trifolium repens</i>	145,52 ± 41,58	93,55 ± 39,35	14	9	83	4,43
<i>Viola versicolor</i>	--	51,97 ± 23,24	--	5	--	--
Sin identificar	--	41,58 ± 22,98	--	4	--	--
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	--	--	--	--	4	0,36
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	--	--	--	69	10,28
<i>Bromus hordeaceus</i>	--	--	--	--	1	0,01
<i>Carum carvi</i>	--	--	--	--	2	0,01
<i>Chaerophyllum aureum</i>	--	--	--	--	1	0,01
<i>Cynosurus cristatus</i>	--	--	--	--	46	3,07
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	--	91	14,03
<i>Leontodon hispidus</i>	--	--	--	--	16	0,33
<i>Lolium perenne</i>	--	--	--	--	14	0,42
<i>Lotus corniculatus</i>	--	--	--	--	15	0,73
<i>Ononis natrix</i>	--	--	--	--	3	0,17
<i>Ranunculus acris</i>	--	--	--	--	40	2,18
<i>Rumex acetosa</i>	--	--	--	--	1	0,14
<i>Veronica arvensis</i>	--	--	--	--	15	0,03

Tabla 19: Resultados de la estimación del banco de semillas del suelo y de la vegetación aérea en el prado de siega regado de Fragen (Pirineos).

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

Parcela: S-1 Prado de siega de secano Manejo intensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=100) número medio de individuos		BANCO DE SEMILLAS (n=100) número absoluto de individuos		VEGETACIÓN (n=100)	
	Profundidad 0-5 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	Frecuencia total (%)	% de biomasa
<i>Agrostis capillaris</i>	550,89 ± 128,75	239,06 ± 69,38	53	23	--	--
<i>Anagallis arvensis</i>	20,79 ± 20,79	20,79 ± 13,86	2	2	--	--
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	187,09 ± 72,35	72,76 ± 34,82	18	7	--	--
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	1	1	--	--
<i>Atriplex patula</i>	--	72,76 ± 27,06	--	7	--	--
<i>Bellis perennis</i>	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	1	1	--	--
<i>Carex caryophylla</i>	41,58 ± 22,98	51,97 ± 23,24	4	5	--	--
<i>Centaurea nigra</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	1	0,28
<i>Centaureum erythraea</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	--	--
<i>Cerastium fontanum</i>	10,39 ± 10,39	114,34 ± 39,35	1	11	--	--
<i>Clematis vitalba</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	--	--
<i>Clinopodium vulgare</i>	--	41,58 ± 22,98	--	4	--	--
<i>Chenopodium album</i>	20,79 ± 20,79	20,79 ± 13,86	2	2	--	--
<i>Dactylis glomerata</i>	135,12 ± 43,96	51,97 ± 23,24	13	5	96	25,72
<i>Daucus carota</i>	51,97 ± 23,24	72,76 ± 51,51	5	7	11	0,28
<i>Festuca rubra</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	--	--
<i>Geranium molle</i>	--	20,79 ± 13,86	--	2	--	--
<i>Holcus lanatus</i>	239,06 ± 77,55	197,49 ± 28,78	23	19	46	7,67
<i>Hypericum maculatum</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Juncus effusus</i>	--	103,94 ± 53,67	--	10	--	--
<i>Lamium purpureum</i>	197,49 ± 28,78	426,16 ± 73,42	19	41	--	--
<i>Leontodon hispidus</i>	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	1	1	4	0,05
<i>Leucanthemum vulgare</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Luzula campestris</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	--	--
<i>Medicago lupulina</i>	41,58 ± 22,98	519,70 ± 57,98	4	50	4	0,06
<i>Medicago sativa</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	--	--
<i>Orriganum vulgare</i>	31,18 ± 15,88	114,34 ± 28,78	3	11	--	--
<i>Picris hieracioides</i>	31,18 ± 15,88	--	3	--	4	0,09
<i>Plantago lanceolata</i>	31,18 ± 15,88	--	3	--	17	1,90
<i>Poa pratensis</i>	332,61 ± 111,52	207,88 ± 46,48	32	20	93	6,40
<i>Poa trivialis</i>	103,94 ± 37,95	93,55 ± 52,43	10	9	21	0,60
<i>Ranunculus bulbosus</i>	31,18 ± 15,88	239,06 ± 27,06	3	23	--	--
<i>Rumex acetosa</i>	41,58 ± 41,58	--	4	--	1	0,01
<i>Stellaria media</i>	62,36 ± 22,98	311,82 ± 53,67	6	30	--	--
<i>Taraxacum officinale</i>	51,97 ± 23,24	62,36 ± 22,98	5	6	59	3,70
<i>Trifolium pratense</i>	20,79 ± 13,86	41,58 ± 31,75	2	4	20	3,35
<i>Trifolium repens</i>	72,76 ± 31,18	166,31 ± 31,75	7	16	72	7,76
<i>Urtica dioica</i>	51,97 ± 23,24	124,73 ± 30,20	5	12	--	--
<i>Verbena officinalis</i>	--	93,55 ± 18,66	--	9	--	--
Sin identificar	20,79 ± 20,79	20,79 ± 13,86	2	2	--	--
<i>Achillea millefolium</i>	--	--	--	--	30	1,32
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	--	--	--	69	8,17
<i>Bromus hordeaceus</i>	--	--	--	--	69	1,57
<i>Chaerophyllum aureum</i>	--	--	--	--	2	0,02
<i>Cynosurus cristatus</i>	--	--	--	--	32	1,58
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	--	57	5,38
<i>Knautia arvensis</i>	--	--	--	--	4	0,30
<i>Lolium perenne</i>	--	--	--	--	96	10,43
<i>Lotus corniculatus</i>	--	--	--	--	56	6,73
<i>Ononis spinosa</i>	--	--	--	--	2	0,52
<i>Orobancha sp</i>	--	--	--	--	2	0,03
<i>Potentilla reptans</i>	--	--	--	--	1	0,00
<i>Tragopogon pratensis</i>	--	--	--	--	24	1,88
<i>Trisetum flavescens</i>	--	--	--	--	52	4,18
<i>Veronica arvensis</i>	--	--	--	--	1	0,01
<i>Veronica officinalis</i>	--	--	--	--	1	0,01

Tabla 20: Resultados de la estimación del banco de semillas del suelo y de la vegetación aérea en el prado de siega de secano de Fragen (Pirineos), sometido a un manejo intensivo.

IV. BANCOS DE SEMILLAS Y VEGETACIÓN AEREA

Parcela: S-2 Prado de siega de secano Manejo extensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=100) número medio de individuos		BANCO DE SEMILLAS (n=100) número absoluto de individuos		VEGETACIÓN (n=100)	
	Profundidad 0-5 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	Frecuencia total (%)	% de biomasa
<i>Achillea millefolium</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	40	2,02
<i>Agrimonia eupatoria</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Agrostis capillaris</i>	--	145,52 ± 47,00	--	14	--	--
<i>Ajuga reptans</i>	--	41,58 ± 16,97	--	4	--	--
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	--	20,79 ± 13,86	--	2	--	--
<i>Anagallis arvensis</i>	--	62,36 ± 44,37	--	6	--	--
<i>Aphanes arvensis</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	31,18 ± 22,18	20,79 ± 20,79	3	2	--	--
<i>Atriplex patula</i>	--	155,91 ± 47,13	--	15	--	--
<i>Brachypodium pinnatum</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	1	0,29
<i>Carex caryophylla</i>	10,39 ± 10,39	31,18 ± 15,88	1	3	--	--
<i>Centaurea nigra</i>	--	20,79 ± 13,86	--	2	28	3,36
<i>Centaureum erythraea</i>	--	83,15 ± 43,27	--	8	--	--
<i>Cerastium fontanum</i>	10,39 ± 10,39	62,36 ± 22,98	1	6	7	0,08
<i>Cirsium vulgare</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	--	--
<i>Clinopodium vulgare</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Dactylis glomerata</i>	31,18 ± 22,18	10,39 ± 10,39	3	1	84	8,15
<i>Daucus carota</i>	301,43 ± 86,89	197,49 ± 50,09	29	19	24	0,36
<i>Festuca rubra</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	9	0,05
<i>Galium verum</i>	207,88 ± 91,67	124,73 ± 61,59	20	12	16	0,10
<i>Geranium rotundifolium</i>	62,36 ± 16,97	83,15 ± 33,95	6	8	--	--
<i>Holcus lanatus</i>	841,92 ± 212,14	41,58 ± 16,97	81	4	91	9,99
<i>Hypericum maculatum</i>	--	20,79 ± 13,86	--	2	--	--
<i>Hypericum perforatum</i>	114,34 ± 36,17	31,18 ± 15,88	11	3	--	--
<i>Juncus effusus</i>	--	31,18 ± 15,88	--	3	--	--
<i>Lamium purpureum</i>	103,94 ± 37,95	103,94 ± 30,99	10	10	--	--
<i>Lathyrus pratensis</i>	31,18 ± 22,18	--	3	--	2	0,01
<i>Leucanthemum vulgare</i>	10,39 ± 10,39	51,97 ± 27,93	1	5	1	0,01
<i>Medicago lupulina</i>	873,10 ± 236,62	1 455,17 ± 227,72	84	140	13	0,09
<i>Medicago sativa</i>	10,39 ± 10,39	31,18 ± 15,88	1	3	1	0,01
<i>Origanum vulgare</i>	--	31,18 ± 15,88	--	3	--	--
<i>Papaver rhoeas</i>	--	20,79 ± 13,86	--	2	--	--
<i>Picris hieracioides</i>	20,79 ± 20,79	31,18 ± 31,18	2	3	22	1,67
<i>Plantago lanceolata</i>	644,43 ± 81,70	415,76 ± 83,44	62	40	64	8,82
<i>Plantago major</i>	259,85 ± 77,86	291,03 ± 70,67	25	28	--	--
<i>Plantago media</i>	135,12 ± 49,12	239,06 ± 74,39	13	23	1	0,04
<i>Poa pratensis</i>	114,34 ± 45,04	291,03 ± 55,44	11	28	90	3,12
<i>Polygonum aviculare</i>	10,39 ± 10,39	31,18 ± 22,18	1	3	--	--
<i>Potentilla reptans</i>	20,79 ± 20,79	41,58 ± 22,98	2	4	11	0,10
<i>Prunella laciniata</i>	114,34 ± 45,04	124,73 ± 48,51	11	12	--	--
<i>Ranunculus bulbosus</i>	20,79 ± 13,86	83,15 ± 40,40	2	8	15	0,06
<i>Rumex acetosa</i>	145,52 ± 49,49	31,18 ± 15,88	14	3	--	--
<i>Sanguisorba minor</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	1	0,08
<i>Stellaria media</i>	717,19 ± 155,29	904,29 ± 239,06	69	87	--	--
<i>Taraxacum officinale</i>	20,79 ± 13,86	10,39 ± 10,39	2	1	57	3,67
<i>Tragopogon pratensis</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	14	1,00
<i>Trifolium pratense</i>	114,34 ± 50,09	93,55 ± 28,78	11	9	50	5,25
<i>Trifolium repens</i>	83,15 ± 30,20	31,18 ± 22,18	8	3	89	9,26
<i>Valeriana dentata</i>	20,79 ± 20,79	83,15 ± 43,27	2	8	--	--
<i>Verbena officinalis</i>	841,92 ± 175,61	4 947,59 ± 377,06	81	476	--	--
<i>Vicia sativa</i>	176,70 ± 38,11	20,79 ± 13,86	17	2	51	4,33
Sin identificar	72,76 -- 41,14	83,15 -- 40,40	7	8	--	--
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	--	--	--	--	13	0,17
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	--	--	--	83	15,26
<i>Bellis perennis</i>	--	--	--	--	1	0,01
<i>Bromus erectus</i>	--	--	--	--	12	0,65
<i>Bromus hordeaceus</i>	--	--	--	--	80	2,00
<i>Convolvulus arvensis</i>	--	--	--	--	4	0,03
<i>Cynosurus cristatus</i>	--	--	--	--	2	0,04
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	--	83	5,57
<i>Lolium perenne</i>	--	--	--	--	21	1,07
<i>Lotus corniculatus</i>	--	--	--	--	66	7,89
<i>Luzula campestris</i>	--	--	--	--	2	0,01
<i>Onobrychis vicifolia</i>	--	--	--	--	8	1,34
<i>Sherardia arvensis</i>	--	--	--	--	2	0,01
<i>Trifolium dubium</i>	--	--	--	--	3	0,05
<i>Trisetum flavescens</i>	--	--	--	--	61	3,99
<i>Veronica arvensis</i>	--	--	--	--	10	0,02

Tabla 21: Resultados de la estimación del banco de semillas del suelo y de la vegetación aérea en el prado de siega de secano de Fragen (Pirneos), sometido a un manejo extensivo.

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

Parcela: P Prado de diente Manejo extensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=100) número medio de individuos		BANCO DE SEMILLAS (n=100) número absoluto de individuos		VEGETACION (n=100)	
	Profundidad 0-5 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	Frecuencia total (%)	% de biomasa
<i>Achillea millefolium</i>	20,79 ± 20,79	10,39 ± 10,39	2	1	45	1,83
<i>Agrimonia eupatoria</i>	31,18 ± 22,18	322,22 ± 79,69	3	31	--	--
<i>Agrostis capillaris</i>	20,79 ± 13,86	31,18 ± 15,88	2	3	12	0,84
<i>Ajuga reptans</i>	20,79 ± 13,86	31,18 ± 22,18	2	3	--	--
<i>Anagallis arvensis</i>	20,79 ± 13,86	83,15 ± 20,79	2	8	--	--
<i>Aphanes arvensis</i>	--	20,79 ± 13,86	--	2	--	--
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	31,18 ± 22,18	114,34 ± 39,35	3	11	2	0,01
<i>Atriplex patula</i>	--	72,76 ± 34,82	--	7	--	--
<i>Bellis perennis</i>	103,94 ± 46,48	20,79 ± 13,86	10	2	--	--
<i>Brachypodium pinnatum</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	49	22,76
<i>Carex caryophylllea</i>	145,52 ± 90,61	41,58 ± 16,97	14	4	30	2,25
<i>Carex distans</i>	10,39 ± 10,39	10,39 ± 10,39	1	1	2	0,03
<i>Centaurea nigra</i>	20,79 ± 20,79	--	2	--	5	0,04
<i>Centaureum erythraea</i>	31,18 ± 22,18	93,55 ± 62,84	3	9	2	0,20
<i>Cerastium fontanum</i>	51,97 ± 23,24	10,39 ± 10,39	5	1	10	0,30
<i>Chenopodium album</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Clinopodium vulgare</i>	10,39 ± 10,39	--	1	--	--	--
<i>Crepis capillaris</i>	124,73 ± 53,23	41,58 ± 22,98	12	4	--	--
<i>Dactylis glomerata</i>	41,58 ± 27,72	--	4	--	15	0,70
<i>Daucus carota</i>	322,22 ± 113,28	155,91 ± 76,30	31	15	29	1,82
<i>Festuca rubra</i>	103,94 ± 51,39	10,39 ± 10,39	10	1	52	1,93
<i>Galium verum</i>	363,79 ± 106,51	155,91 ± 54,23	35	15	7	0,03
<i>Genista scorpius</i>	41,58 ± 31,75	--	4	--	5	4,90
<i>Geranium rotundifolium</i>	20,79 ± 20,79	--	2	--	--	--
<i>Helianthemum nummularum</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	1	0,09
<i>Hieracium pilosella</i>	83,15 ± 43,27	10,39 ± 10,39	8	1	4	0,08
<i>Holcus lanatus</i>	145,52 ± 74,63	31,18 ± 15,88	14	3	18	0,20
<i>Hypericum perforatum</i>	93,55 ± 42,29	166,31 ± 47,00	9	16	--	--
<i>Juncus bufonius</i>	10,39 ± 10,39	62,36 ± 31,75	1	6	--	--
<i>Juncus effusus</i>	--	31,18 ± 22,18	--	3	--	--
<i>Lamium purpureum</i>	114,34 ± 42,29	20,79 ± 13,86	11	2	--	--
<i>Leontodon hispidus</i>	62,36 ± 35,33	51,97 ± 31,94	6	5	2	0,01
<i>Leucanthemum vulgare</i>	62,36 ± 16,97	72,76 ± 51,51	6	7	1	0,16
<i>Linum bienne</i>	20,79 ± 13,86	--	2	--	2	0,92
<i>Lotus corniculatus</i>	31,18 ± 15,88	--	3	--	75	19,08
<i>Medicago lupulina</i>	155,91 ± 51,97	197,49 ± 54,67	15	19	--	--
<i>Organum vulgare</i>	10,39 ± 10,39	20,79 ± 13,86	1	2	2	0,12
<i>Papaver rhoeas</i>	--	20,79 ± 13,86	--	2	--	--
<i>Plantago lanceolata</i>	748,38 ± 135,79	301,43 ± 82,65	72	29	70	4,59
<i>Plantago major</i>	24 925,05 ± 3 867,16	18 543,07 ± 3 341,31	2 398	1 784	26	3,76
<i>Plantago media</i>	592,46 ± 139,49	394,98 ± 114,70	57	38	--	--
<i>Poa pratensis</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	45	1,29
<i>Polygonum aviculare</i>	20,79 ± 20,79	114,34 ± 56,83	2	11	--	--
<i>Potentilla erecta</i>	31,18 ± 31,18	83,15 ± 53,23	3	8	6	0,21
<i>Potentilla reptans</i>	343,01 ± 286,99	207,88 ± 75,91	33	20	17	0,47
<i>Prunella laciniata</i>	384,58 ± 75,99	93,55 ± 36,17	37	9	--	--
<i>Ranunculus bulbosus</i>	20,79 ± 13,86	83,15 ± 33,95	2	8	2	0,01
<i>Rhinanthus mediterraneus</i>	41,58 ± 22,98	--	4	--	1	0,07
<i>Sanguisorba minor</i>	353,40 ± 38,58	83,15 ± 30,20	34	8	22	1,43
<i>Seseli montanum</i>	83,15 ± 33,95	10,39 ± 10,39	8	1	44	3,11
<i>Silene vulgaris</i>	--	10,39 ± 10,39	--	1	--	--
<i>Stellaria media</i>	602,86 ± 142,69	1 216,11 ± 303,26	58	117	--	--
<i>Taraxacum officinale</i>	83,15 ± 33,95	--	8	--	7	0,12
<i>Thymus serpyllum</i>	20,79 ± 13,86	51,97 ± 23,24	2	5	2	0,11
<i>Trifolium pratense</i>	10,39 ± 10,39	51,97 ± 23,24	1	5	7	0,37
<i>Trifolium repens</i>	10,39 ± 10,39	31,18 ± 22,18	1	3	9	0,20
<i>Valerianella sp</i>	145,52 ± 49,49	166,31 ± 67,89	14	16	--	--
<i>Verbena officinalis</i>	--	41,58 ± 31,75	--	4	--	--
<i>Veronica chamaedrys</i>	51,97 ± 27,93	20,79 ± 20,79	5	2	1	0,05
<i>Veronica officinalis</i>	103,94 ± 40,99	51,97 ± 35,50	10	5	2	0,24
<i>Vicia sativa</i>	62,36 ± 22,98	--	6	--	--	--
Sin identificar	41,58 ± 22,98	--	4	--	99	8,14
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	--	--	--	--	2	0,21
<i>Arrhenatherum elatius</i>	--	--	--	--	8	0,31
<i>Bromus erectus</i>	--	--	--	--	40	3,14
<i>Centaurea jacea</i>	--	--	--	--	2	0,43
<i>Centaurea scabiosa</i>	--	--	--	--	13	2,95
<i>Chaerophyllum aureum</i>	--	--	--	--	4	0,10
<i>Cuscuta epithymum</i>	--	--	--	--	3	0,03
<i>Erigeron acer</i>	--	--	--	--	3	0,44
<i>Eryngium campestre</i>	--	--	--	--	9	2,96
<i>Eupharsia hirtella</i>	--	--	--	--	4	0,11
<i>Festuca pratensis</i>	--	--	--	--	20	1,61
<i>Lolium perenne</i>	--	--	--	--	8	0,28
<i>Lucula campestris</i>	--	--	--	--	2	0,00
<i>Onobrychis vicifolia</i>	--	--	--	--	1	0,17
<i>Ononis spinosa</i>	--	--	--	--	16	3,83
<i>Petrorhagia procera</i>	--	--	--	--	1	0,02
<i>Prunus spinosa</i>	--	--	--	--	3	0,03
<i>Rubus idaeus</i>	--	--	--	--	1	0,03
<i>Sedum album</i>	--	--	--	--	1	0,01
<i>Sherardia arvensis</i>	--	--	--	--	15	0,10
<i>Tragopogon pratensis</i>	--	--	--	--	2	0,02
<i>Trifolium dubium</i>	--	--	--	--	1	0,01
<i>Trisetum flavescens</i>	--	--	--	--	12	0,73
<i>Veronica arvensis</i>	--	--	--	--	5	0,01

Tabla 22: Resultados de la estimación del banco de semillas del suelo y de la vegetación aérea en el prado de diente de Fragen (Pirineos).

IV. BANCOS DE SEMILLAS Y VEGETACIÓN AEREA

Parcela: I-1 Prado de siega intensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=25) número medio de individuos		BANCO DE SEMILLAS (n=25) numero absoluto de individuos		VEGETACIÓN (n=25)	
	Profundidad 0-5 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	Frecuencia total (%)	% de biomasa
<i>Achillea millefolium</i>	166,31 ± 77,78	291,03 ± 127,58	4	7	8	0,07
<i>Agrostis capillaris</i>	166,31 ± 77,78	124,73 ± 91,41	4	3	88	7,52
<i>Alchemilla vulgaris</i>	207,88 ± 84,87	498,92 ± 300,77	5	12	92	13,87
<i>Bellis perennis</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	--	--
<i>Briza media</i>	83,15 ± 57,56	41,58 ± 41,58	2	1	12	1,13
<i>Carex sempervirens</i>	--	83,15 ± 57,56	--	2	72	8,15
<i>Carex curvi</i>	124,73 ± 91,41	--	3	--	--	--
<i>Cerastium fontanum</i>	415,76 ± 189,77	249,46 ± 90,61	10	6	16	0,13
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	374,19 ± 118,21	249,46 ± 137,89	9	6	--	--
<i>Deschampsia caespitosa</i>	--	83,15 ± 83,15	--	2	52	4,01
<i>Festuca rubra</i>	166,31 ± 98,24	--	4	--	92	9,71
<i>Geum rivale</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	24	3,83
<i>Leucanthemum vulgare</i>	41,58 ± 41,58	291,03 ± 112,59	1	7	12	0,85
<i>Myosotis sylvatica</i>	207,88 ± 146,99	--	5	--	64	0,68
<i>Plantago lanceolata</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	8	1,24
<i>Poa alpina</i>	83,15 ± 83,15	166,31 ± 98,24	2	4	36	1,02
<i>Polygala chamaebuxus</i>	540,49 ± 498,92	124,73 ± 91,41	13	3	--	--
<i>Potentilla aurea</i>	83,15 ± 57,56	--	2	--	8	0,05
<i>Potentilla erecta</i>	83,15 ± 57,56	166,31 ± 77,78	2	4	12	0,32
<i>Ranunculus montanus</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	72	3,79
<i>Sagina saginoides</i>	166,31 ± 77,78	291,03 ± 153,23	4	7	--	--
<i>Sesleria varia</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	--	--
<i>Silene vulgaris</i>	166,31 ± 77,78	166,31 ± 77,78	4	4	24	2,51
<i>Thymus praecox</i>	--	374,19 ± 168,46	--	9	--	--
<i>Thymus pulegioides</i>	83,15 ± 57,56	83,15 ± 57,56	2	2	--	--
<i>Trifolium pratense</i>	--	83,15 ± 57,56	--	2	24	0,52
<i>Vaccinium myrtillus</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	--	--
<i>Veronica montana</i>	83,15 ± 57,56	374,19 ± 223,57	2	9	--	--
<i>Veronica officinalis</i>	83,15 ± 83,15	--	2	--	32	0,72
<i>Viola biflora</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	28	0,36
Sin identificar	--	41,58 ± 41,58	--	1	24	0,71
<i>Acinos alpinus</i>	--	--	--	--	8	0,65
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	--	--	--	--	36	2,76
<i>Avenochloa pubescens</i>	--	--	--	--	12	0,49
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	--	--	--	--	36	1,33
<i>Colchicum autumnale</i>	--	--	--	--	60	3,93
<i>Crepis mollis</i>	--	--	--	--	8	0,52
<i>Dactylis glomerata</i>	--	--	--	--	88	10,28
<i>Geranium sylvaticum</i>	--	--	--	--	16	4,63
<i>Knautia dipsacifolia</i>	--	--	--	--	8	0,34
<i>Leontodon hispidus</i>	--	--	--	--	60	3,04
<i>Plantago media</i>	--	--	--	--	4	0,11
<i>Phleum pratense</i>	--	--	--	--	40	0,51
<i>Primula elatior</i>	--	--	--	--	8	0,28
<i>Rhinanthus serotinus</i>	--	--	--	--	16	0,79
<i>Rumex acetosa</i>	--	--	--	--	48	1,00
<i>Silene dioica</i>	--	--	--	--	4	0,19
<i>Taraxacum officinale</i>	--	--	--	--	36	3,13
<i>Trifolium repens</i>	--	--	--	--	40	0,40
<i>Trisetum flavescens</i>	--	--	--	--	12	0,42
<i>Trollius europaeus</i>	--	--	--	--	28	4,03

Tabla 23: Resultados de la estimación del banco de semillas del suelo y de la vegetación aérea en la parcela I-1, prado intensivo de Innsbruck (Alpes)

Las especies más importantes en la vegetación, salvo alguna excepción ya comentada, no incorporan semillas al banco, y cuando lo hacen sólo están presentes en pequeñas cantidades y muy próximas a la superficie, tal y como describen diversos autores, desde Brenchley (1918) hasta Bakker (1989). Por otra parte los taxones mayoritarios en el banco, apenas se identifican en la vegetación establecida. Rice (1989) argumenta que los bancos de semillas de este tipo de comunidades herbáceas se caracterizan por presentar mayor número de especies anuales que perennes, más dicotiledóneas que gramíneas y más especies oportunistas y arvenses que las típicas de la vegetación aérea.

La composición taxonómica comparada de las parcelas alpinas figura en las tablas siguientes (Tablas 23-27). Tanto en la vegetación aérea como el banco de semillas del prado intensivo dominó *Alchemilla vulgaris*, dicotiledónea a la que acompañó la gramínea *Dactylis glomerata* (ausente en el banco), y otras especies también presentes en la vegetación y en el

Parcela: I-2 Prado de siega extensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=25) numero medio de individuos		BANCO DE SEMILLAS (n=25) numero absoluto de individuos		VEGETACIÓN (n=25)	
	Profundidad 0-5 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	Frecuencia total (%)	% de biomasa
<i>Acinos alpinus</i>	124,73 ± 91,41	83,15 ± 83,15	3	2	--	--
<i>Ajuga pyramidalis</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	--	--
<i>Briza media</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	76	4,32
<i>Campamula scheuchzeri</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	88	0,97
<i>Carex ornithopoda</i>	83,15 ± 57,56	--	2	--	24	1,23
<i>Carex sempervirens</i>	83,15 ± 83,15	41,58 ± 41,58	2	1	72	6,52
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	41,58 ± 41,58	374,19 ± 168,46	1	9	64	4,95
<i>Erica herbacea</i>	1 330,44 ± 291,03	2 245,13 ± 532,30	32	54	--	--
<i>Festuca rubra</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	44	6,59
<i>Helianthemum nummularium</i>	41,58 ± 41,58	207,88 ± 134,19	1	5	40	1,74
<i>Hieracium pilosella</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	4	0,41
<i>Hippocrepis comosa</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	--	--
<i>Hypericum maculatum</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	4	0,02
<i>Plantago lanceolata</i>	41,58 ± 41,58	83,15 ± 83,15	1	2	12	0,13
<i>Polygala chamaebuxus</i>	83,15 ± 57,56	41,58 ± 41,58	2	1	--	--
<i>Potentilla aurea</i>	166,31 ± 129,82	--	4	--	12	0,25
<i>Potentilla erecta</i>	83,15 ± 83,15	83,15 ± 57,56	2	2	76	2,13
<i>Scabiosa columbaria</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	12	0,31
<i>Silene vulgaris</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	8	0,55
<i>Soldanella pusilla</i>	--	83,15 ± 83,15	--	2	24	0,22
<i>Thymus pulegioides</i>	166,31 ± 77,78	207,88 ± 103,94	4	5	4	0,06
<i>Veronica chamaedrys</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	--	--
<i>Veronica officinalis</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	20	0,90
<i>Vin identificar</i>	41,58 ± 41,58	83,15 ± 57,56	1	2	84	17,38
<i>Agrostis capillaris</i>	--	--	--	--	68	5,14
<i>Alchemilla vulgaris</i>	--	--	--	--	20	1,93
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	--	--	--	--	32	2,02
<i>Avenochloa versicolor</i>	--	--	--	--	8	0,14
<i>Biscutella laevigata</i>	--	--	--	--	4	0,04
<i>Calluna vulgaris</i>	--	--	--	--	20	2,71
<i>Carex flacca</i>	--	--	--	--	4	0,14
<i>Crepis conyzifolia</i>	--	--	--	--	24	1,59
<i>Crepis mollis</i>	--	--	--	--	4	0,02
<i>Crocus albflores</i>	--	--	--	--	4	0,15
<i>Dactylis glomerata</i>	--	--	--	--	28	1,98
<i>Galium pumilum</i>	--	--	--	--	28	0,50
<i>Gentiana acaulis</i>	--	--	--	--	4	0,33
<i>Geranium sylvaticum</i>	--	--	--	--	64	7,41
<i>Geum rivale</i>	--	--	--	--	8	2,40
<i>Hypochoeris uniflora</i>	--	--	--	--	4	0,32
<i>Koelleria cristata</i>	--	--	--	--	4	0,92
<i>Leontodon hispidus</i>	--	--	--	--	16	0,30
<i>Lotus corniculatus</i>	--	--	--	--	40	0,79
<i>Luzula campestris</i>	--	--	--	--	12	0,68
<i>Nardus stricta</i>	--	--	--	--	56	6,73
<i>Phyteuma orbiculare</i>	--	--	--	--	20	0,21
<i>Pimpinella saxifraga</i>	--	--	--	--	12	0,19
<i>Polygonum viviparum</i>	--	--	--	--	16	0,17
<i>Prunella grandiflora</i>	--	--	--	--	8	0,04
<i>Pulsatilla alpina</i>	--	--	--	--	4	0,27
<i>Ranunculus montanus</i>	--	--	--	--	20	0,12
<i>Rumex acetosa</i>	--	--	--	--	32	2,06
<i>Sesleria varia</i>	--	--	--	--	32	0,70
<i>Trifolium badium</i>	--	--	--	--	24	0,27
<i>Trifolium montanum</i>	--	--	--	--	8	0,09
<i>Trifolium pratense</i>	--	--	--	--	12	0,12
<i>Trollius europaeus</i>	--	--	--	--	28	1,28
<i>Vaccinium myrtillus</i>	--	--	--	--	72	5,69
<i>Vaccinium uliginosum</i>	--	--	--	--	12	3,89

Tabla 24: Resultados de la estimación del banco de semillas del suelo y de la vegetación aérea en la parcela I-2, prado extensivo de Innsbruck (Alpes).

banco del *prado extensivo*, como *Carex sempervirens* y *Festuca rubra*. Esta ultima parcela además tenía abundantes plantas de *Geranium sylvaticum* y *Nardus stricta*, aunque no se encontraron sus semillas en el suelo.

En las parcelas dedicadas al pastoreo se produjo un importante cambio en la vegetación, y aparecieron abundantemente en ellas especies como *Erica herbacea*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea* y *Polygala chamaebuxus*, salvo la última, también presentes en el banco. El *pasto intensivo* incorporó además planta y semillas en el suelo de *Carex sempervirens* y

IV. BANCOS DE SEMILLAS Y VEGETACIÓN AEREA

Parcela: I-3 Pasto intensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=25) numero medio de individuos		BANCO DE SEMILLAS (n=25) número absoluto de individuos		VEGETACIÓN (n=25)	
	Profundidad 0-5 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	Frecuencia total (%)	% de biomasa
<i>Agrostis capillaris</i>	914,68 ± 249,75	249,46 ± 124,15	22	6	8	0,13
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	12	0,53
<i>Briza media</i>	83,15 ± 57,56	166,31 ± 98,24	2	4	4	0,01
<i>Calluna vulgaris</i>	4 199,22 ± 1 761,36	6 278,04 ± 1 712,64	101	151	--	--
<i>Carex sempervirens</i>	374,19 ± 299,33	415,76 ± 261,58	9	10	84	5,76
<i>Carex ornithopoda</i>	207,88 ± 103,94	83,15 ± 57,56	5	2	28	1,14
<i>Cerastium fontanum</i>	--	83,15 ± 83,15	--	2	--	--
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	--	166,31 ± 77,78	--	4	--	--
<i>Crepis aurea</i>	41,58 ± 41,58	124,73 ± 68,95	1	3	--	--
<i>Dactylis glomerata</i>	124,73 ± 91,41	41,58 ± 41,58	3	1	--	--
<i>Deschampsia caespitosa</i>	249,46 ± 150,39	41,58 ± 41,58	6	1	--	--
<i>Erica herbacea</i>	540,49 ± 420,59	748,38 ± 372,45	13	18	68	40,64
<i>Festuca rubra</i>	207,88 ± 103,94	582,07 ± 262,13	5	14	4	0,23
<i>Galium megalospermum</i>	--	83,15 ± 83,15	--	2	--	--
<i>Helianthemum nummularium</i>	124,73 ± 68,95	--	3	--	28	1,17
<i>Hieracium pilosella</i>	--	83,15 ± 57,56	--	2	16	0,55
<i>Holcus lanatus</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	--	--
<i>Hypericum maculatum</i>	83,15 ± 57,56	83,15 ± 57,56	2	2	--	--
<i>Leucanthemum vulgare</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	16	0,62
<i>Lucula sylvatica</i>	83,15 ± 57,56	124,73 ± 68,95	2	3	--	--
<i>Myosotis sylvatica</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	--	--
<i>Nardus stricta</i>	41,58 ± 41,58	332,61 ± 155,56	1	8	4	0,94
<i>Phyteuma orbiculare</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	16	0,18
<i>Plantago lanceolata</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	12	0,16
<i>Poa alpina</i>	623,65 ± 224,54	956,26 ± 267,84	15	23	16	0,47
<i>Potentilla aurea</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	--	--
<i>Potentilla erecta</i>	166,31 ± 115,12	249,46 ± 108,68	4	6	76	1,31
<i>Ranunculus montanus</i>	124,73 ± 91,41	--	3	--	12	0,11
<i>Rumex acetosa</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	--	--
<i>Sesleria varia</i>	249,46 ± 90,61	207,88 ± 84,87	6	5	80	4,13
<i>Solidanella pusilla</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	40	1,15
<i>Stellaria graminea</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	--	--
<i>Thymus pulegioides</i>	166,31 ± 98,24	207,88 ± 146,99	4	5	56	2,49
<i>Trifolium pratense</i>	83,15 ± 57,56	--	2	--	8	0,26
<i>Trifolium thalii</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	--	--
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	124,73 ± 68,95	41,58 ± 41,58	3	1	64	7,36
<i>Veronica montana</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	--	--
Sin identificar	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	4	0,08
<i>Achillea millefolium</i>	--	--	--	--	8	0,11
<i>Acinos alpinus</i>	--	--	--	--	28	0,42
<i>Ajuga pyramidalis</i>	--	--	--	--	8	0,17
<i>Alchemilla vulgaris</i>	--	--	--	--	8	1,13
<i>Antennaria dioica</i>	--	--	--	--	8	0,59
<i>Aniylis vulneraria</i>	--	--	--	--	28	1,89
<i>Aster bellidiastrum</i>	--	--	--	--	12	0,46
<i>Campanula scheuchzeri</i>	--	--	--	--	8	0,04
<i>Carex firma</i>	--	--	--	--	8	0,52
<i>Carex montana</i>	--	--	--	--	28	2,50
<i>Carex pallescens</i>	--	--	--	--	40	1,86
<i>Carlina acaulis</i>	--	--	--	--	48	1,03
<i>Dryas octopetala</i>	--	--	--	--	28	8,37
<i>Galium mollugo</i>	--	--	--	--	12	0,04
<i>Gentiana acaulis</i>	--	--	--	--	8	0,19
<i>Gentiana verna</i>	--	--	--	--	8	0,06
<i>Globularia cordifolia</i>	--	--	--	--	8	0,66
<i>Globularia nudicaulis</i>	--	--	--	--	8	0,86
<i>Hippocrepis comosa</i>	--	--	--	--	40	0,59
<i>Leontodon hispidus</i>	--	--	--	--	4	0,02
<i>Lotus corniculatus</i>	--	--	--	--	48	0,99
<i>Polygala alpestris</i>	--	--	--	--	28	0,48
<i>Polygala chamaebuxus</i>	--	--	--	--	56	5,26
<i>Polygonum viviparum</i>	--	--	--	--	16	0,33
<i>Primula farinosa</i>	--	--	--	--	4	0,18
<i>Rhododendron hirsutum</i>	--	--	--	--	12	1,04
<i>Scabiosa columbaria</i>	--	--	--	--	20	0,64
<i>Selaginella selaginoides</i>	--	--	--	--	12	0,09
<i>Thesium alpinum</i>	--	--	--	--	12	0,18

Tabla 25: Resultados de la estimación del banco de semillas del suelo y de la vegetación aérea en la parcela I-3, pasto intensivo de Innsbruck (Alpes).

solamente plantas de *Dryas octopetala*, y en la parcela abandonada predominó *Sesleria varia*, gramínea apenas presente en el banco de semillas.

Como se puede apreciar en estos resultados, también en los prados alpinos existen claras diferencias en la composición florística de las dos poblaciones: banco y vegetación. Sin embargo

Parcela: I-4 Pasto extensivo	BANCO DE SEMILLAS (n=25) numero medio de individuos		BANCO DE SEMILLAS (n=25) número absoluto de individuos		VEGETACIÓN (n=25)	
	Profundidad 0-5 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	Frecuencia total (%)	% de biomasa
<i>Agrostis capillaris</i>	374,19 ± 168,46	83,15 ± 57,56	9	2	4	0,08
<i>Ajuga pyramidalis</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	--	--
<i>Calluna vulgaris</i>	7 774,79 ± 1 308,06	12 472,92 ± 1 154,32	187	300	84	27,78
<i>Carex montana</i>	83,15 ± 57,56	--	2	--	88	4,23
<i>Carex orthopoda</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	36	1,40
<i>Erica herbacea</i>	2 037,24 ± 521,37	2 951,92 ± 574,60	49	71	48	26,22
<i>Festuca rubra</i>	207,88 ± 120,02	83,15 ± 57,56	5	2	12	0,81
<i>Galium megalospermum</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	--	--
<i>Helianthemum nummularium</i>	124,73 ± 124,73	83,15 ± 83,15	3	2	64	0,94
<i>Hieracium pilosella</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	52	0,95
<i>Leucanthemum vulgare</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	12	0,09
<i>Nardus stricta</i>	166,31 ± 77,78	83,15 ± 83,15	4	2	80	14,94
<i>Phleum pratense</i>	249,46 ± 90,61	124,73 ± 68,95	6	3	32	1,09
<i>Poa alpina</i>	124,73 ± 91,41	41,58 ± 41,58	3	1	16	0,42
<i>Potentilla erecta</i>	207,88 ± 103,94	207,88 ± 120,02	5	5	96	1,50
<i>Rumex acetosa</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	--	--
<i>Scabiosa columbaria</i>	83,15 ± 57,56	41,58 ± 41,58	2	1	--	--
<i>Thymus pulegioides</i>	166,31 ± 129,82	--	4	--	64	2,09
<i>Trifolium pratense</i>	--	83,15 ± 83,15	--	2	40	0,80
<i>Veronica montana</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	--	--
Sin identificar	83,15 ± 57,56	124,73 ± 91,41	2	3	4	0,31
<i>Achillea millefolium</i>	--	--	--	--	8	0,13
<i>Alchemilla vulgaris</i>	--	--	--	--	12	0,12
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	--	--	--	--	20	0,22
<i>Briza media</i>	--	--	--	--	36	0,82
<i>Carex pallescens</i>	--	--	--	--	4	0,07
<i>Carlina acaulis</i>	--	--	--	--	12	0,08
<i>Crepis aurea</i>	--	--	--	--	76	1,47
<i>Danthonia decumbens</i>	--	--	--	--	28	1,02
<i>Gentiana acaulis</i>	--	--	--	--	16	0,42
<i>Hippocrepis comosa</i>	--	--	--	--	8	0,07
<i>Lotus corniculatus</i>	--	--	--	--	52	1,05
<i>Luzula campestris</i>	--	--	--	--	12	0,09
<i>Nigrotella nigra</i>	--	--	--	--	12	0,27
<i>Phytoloma orbiculare</i>	--	--	--	--	8	0,71
<i>Polygala chamaebuxus</i>	--	--	--	--	44	4,29
<i>Polygonum viviparum</i>	--	--	--	--	52	0,37
<i>Polypodium vulgare</i>	--	--	--	--	4	0,07
<i>Ranunculus montanus</i>	--	--	--	--	4	0,07
<i>Selaginella selaginoides</i>	--	--	--	--	12	1,20
<i>Silene vulgaris</i>	--	--	--	--	4	0,07
<i>Trifolium montanum</i>	--	--	--	--	24	0,67
<i>Vaccinium myrtillus</i>	--	--	--	--	20	1,13
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	--	--	--	--	32	1,94

Tabla 26: Resultados de la estimación del banco de semillas del suelo y de la vegetación aérea en la parcela I-4, pasto extensivo de Innsbruck (Alpes).

en ocasiones los taxones mayormente representados en estado de semilla también lo están como plantas adultas (*prado intensivo* y *pasto extensivo*), hecho que no ocurría en los prados pirenaicos. Moore (1980) y Snaydon (1987) argumentan que las diferencias entre el banco y la vegetación dependen del estado sucesional en que se encuentre la comunidad, en este caso la mayor antigüedad de los prados alpinos (o la juventud de los pirenaicos) explicaría el hecho.

Las gráficas de las Figuras 16 y 17 se confeccionaron para analizar las abundancias relativas del banco de semillas y de la vegetación establecida de determinadas especies, en los distintos prados muestreados.

En la Figura 16 podemos observar el comportamiento desigual de cuatro especies presentes en las parcelas pirenaicas. Por un lado *Lamium purpureum* disminuye sus semillas en el suelo conforme aumenta la intensificación en la gestión de las comunidades herbáceas, a pesar de que en ninguna de ellas se muestrearon plantas adultas de la especie. *Stellaria media* presente también en todas las parcelas muestreadas se comporta de modo contrario, sus semillas enterradas en el suelo abundan más en las parcelas más extensivas, aunque ni siquiera en estas

IV. BANCOS DE SEMILLAS Y VEGETACIÓN AEREA

Parcela: I-5 Área Abandonada	BANCO DE SEMILLAS (n=25) numero medio de individuos		BANCO DE SEMILLAS (n=25) número absoluto de individuos		VEGETACIÓN (n=25)	
	Profundidad 0-5 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 5-20 cm Media/m ² ± s.e.	Profundidad 0-5 cm	Profundidad 5-20 cm	Frecuencia total (%)	% de biomasa
<i>Agrostis capillaris</i>	291,03 ± 140,99	83,15 ± 83,15	7	2	76	6,31
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	12	1,38
<i>Avenochloa pubescens</i>	332,61 ± 205,44	124,73 ± 68,95	8	3	20	1,40
<i>Briza media</i>	41,58 ± 41,58	--	1	--	16	1,73
<i>Calluna vulgaris</i>	11641,39 ± 1152,76	7275,87 ± 1226,91	280	175	40	5,54
<i>Carex sempervirens</i>	41,58 ± 41,58	124,73 ± 68,95	1	3	68	6,56
<i>Crepis coryzifolia</i>	41,58 ± 41,58	124,73 ± 124,73	1	3	60	4,35
<i>Erica herbacea</i>	2328,28 ± 530,95	3617,15 ± 1152,95	56	87	32	10,23
<i>Festuca rubra</i>	83,15 ± 57,56	41,58 ± 41,58	2	1	60	7,25
<i>Globularia nudicaulis</i>	83,15 ± 57,56	--	2	--	20	1,34
<i>Helianthemum nummularium</i>	291,03 ± 127,58	--	7	--	36	1,08
<i>Hypericum maculatum</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	--	--
<i>Leontodon hispidus</i>	41,58 ± 41,58	124,73 ± 124,73	1	3	--	--
<i>Nardus stricta</i>	249,46 ± 124,15	83,15 ± 57,56	6	2	52	5,54
<i>Plantago lanceolata</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	4	0,06
<i>Potentilla erecta</i>	124,73 ± 91,41	166,31 ± 77,78	3	4	56	1,17
<i>Selaginella selaginoides</i>	--	83,15 ± 57,56	--	2	4	0,02
<i>Sesleria varia</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	88	15,87
<i>Thymus pulegioides</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	--	--
<i>Trifolium pratense</i>	83,15 ± 57,56	--	2	--	16	0,72
<i>Vaccinium myrtillus</i>	41,58 ± 41,58	41,58 ± 41,58	1	1	24	3,22
<i>Veronica chamaedrys</i>	124,73 ± 124,73	41,58 ± 41,58	3	1	--	--
<i>Veronica montana</i>	--	41,58 ± 41,58	--	1	--	--
Sin identificar	207,88 ± 103,94	124,73 ± 91,41	5	3	24	3,26
<i>Antennaria dioica</i>	--	--	--	--	4	0,01
<i>Anthyllis vulneraria</i>	--	--	--	--	4	0,23
<i>Campanula scheuchzeri</i>	--	--	--	--	16	0,08
<i>Carex flacca</i>	--	--	--	--	24	0,72
<i>Carex montana</i>	--	--	--	--	28	3,60
<i>Carlina acaulis</i>	--	--	--	--	8	0,50
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	--	--	--	--	60	3,90
<i>Galium mollugo</i>	--	--	--	--	28	0,15
<i>Gentiana acaulis</i>	--	--	--	--	8	0,39
<i>Geranium sylvaticum</i>	--	--	--	--	40	1,43
<i>Hieracium pilosella</i>	--	--	--	--	4	0,11
<i>Hippocrepis comosa</i>	--	--	--	--	12	0,08
<i>Hypochaeris uniflora</i>	--	--	--	--	4	0,10
<i>Koelleria cristata</i>	--	--	--	--	4	0,71
<i>Leucanthemum vulgare</i>	--	--	--	--	8	0,18
<i>Lotus corniculatus</i>	--	--	--	--	36	1,11
<i>Phyteuma orbiculare</i>	--	--	--	--	40	0,80
<i>Pimpinella major</i>	--	--	--	--	28	0,73
<i>Polygonum viviparum</i>	--	--	--	--	48	0,50
<i>Ranunculus montanus</i>	--	--	--	--	16	0,18
<i>Trifolium badium</i>	--	--	--	--	16	0,39
<i>Trifolium montanum</i>	--	--	--	--	8	0,36
<i>Trollius europaeus</i>	--	--	--	--	28	2,57
<i>Vaccinium uliginosum</i>	--	--	--	--	16	4,14

Tabla 27: Resultados de la estimación del banco de semillas del suelo y de la vegetación aérea en la parcela I-5, área de pasto abandonado de Innsbruck (Alpes).

comunidades se encuentra entre la vegetación establecida. *Galium verum* y *Plantago major* sin embargo se identificaron tanto en el banco como en la vegetación pero sólo en las dos parcelas de manejo extensivo. Su abundancia en el banco fue muy superior a su presencia en la vegetación, donde están escasamente representadas, tal y como se aprecia en las gráficas.

Las especies a destacar en las comunidades alpinas fueron *Erica herbacea* y *Calluna vulgaris* (Figura 17), típicas ambas de pastos de manejo muy extensivo y/o abandonados (Grime *et al.*, 1988). De hecho incrementaron sus abundancias tanto en el banco como en la vegetación, al extensificarse la gestión ganadera de las comunidades. Mientras que *Calluna vulgaris* aumenta rápidamente sus semillas en el suelo, *Erica herbacea* lo hace de una forma más gradual, aunque en la vegetación sea más dominante. El comportamiento de estas dos especies puede tener sin duda una aplicación directa en la gestión de estas comunidades, y explica su expansión en la vegetación de las áreas supraforestales tras el abandono del pastoreo.

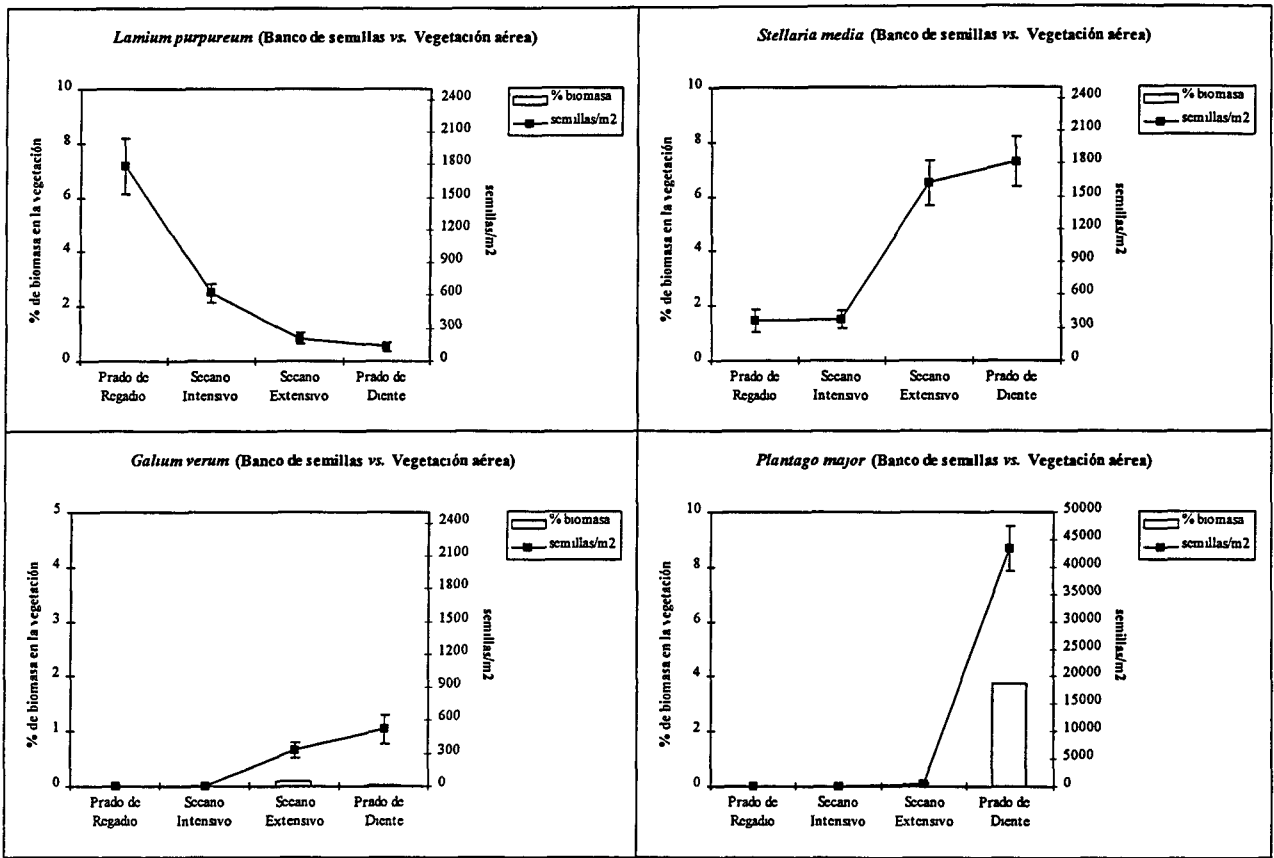


Figura 16: Comparación entre el banco de semillas (media de semillas/m² ± error estándar) y la vegetación establecida (% biomasa) de *Lamium purpureum*, *Stellaria media*, *Galium verum* y *Plantago major* en los distintos prados muestreados en Fragen (Pirineos).

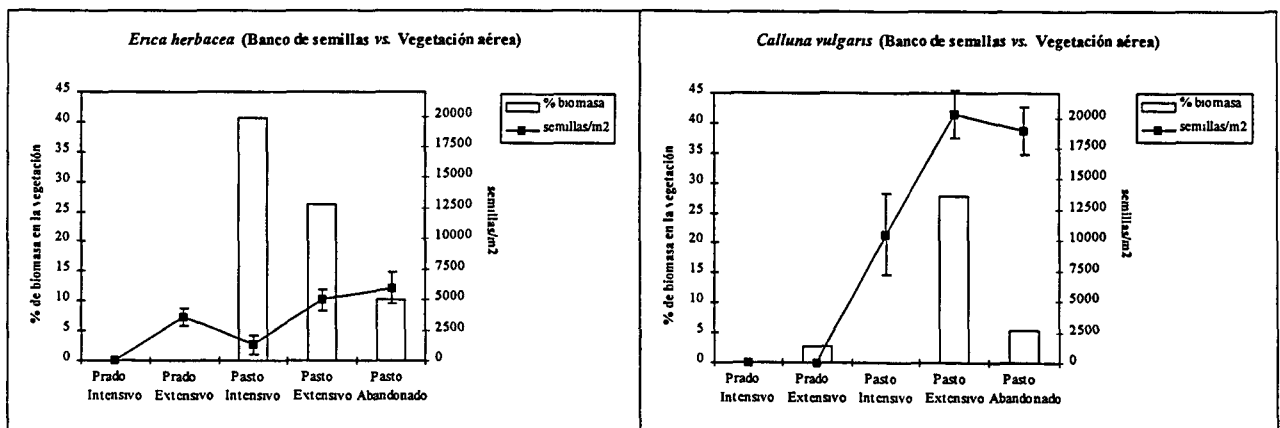


Figura 17: Comparación entre el banco de semillas (media de semillas/m² ± error estándar) y la vegetación establecida (% biomasa) de *Calluna vulgaris* y *Erica herbacea* en los distintos prados muestreados en Innsbruck (Alpes).

IV.3.2. Correlación y afinidad entre el banco y la vegetación

Los resultados de las correlaciones entre los porcentajes de semillas de cada especie del banco y los porcentajes de biomasa de cada especie en la vegetación, en las comunidades pirenaicas y alpinas constan en las Tablas 28 y 29 respectivamente.

Comunidades Pirenaicas	Correlaciones Banco de Semillas - Vegetación Establecida								
	Banco de Semillas (0-5 cm)-Vegetación			Banco de semillas (5-20 cm)-Vegetación			Banco de semillas (0-20 cm)-Vegetación		
	n	r _k	p	n	r _k	p	n	r _k	p
Prado de Regadío	44	-0,030	n.s.	54	-0,208	*	56	-0,120	n.s.
Secano Intensivo	48	-0,145	n.s.	50	-0,292	**	55	-0,207	*
Secano Extensivo	54	-0,109	n.s.	66	-0,223	**	67	-0,135	n.s.
Prado de Diente	80	-0,056	n.s.	82	-0,247	***	85	-0,119	n.s.

Tabla 28: Coeficientes de Correlaciones de Kendall (r_k) y nivel de significación (p) entre los porcentajes de semillas de las especies identificadas en el banco y los porcentajes de biomasa de las especies identificadas en la vegetación establecida de las comunidades pirenaicas. El Test se realizó en cada una de las dos profundidades muestrales del banco, y para la suma de ambas. n= número total de especies entre el banco y la vegetación sobre las que se realizó el Test en cada caso (p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.).

En los prados de Fragen se observó cómo entre la composición taxonómica del banco y de la vegetación no existió una correlación positiva. Además tras analizar las relaciones entre la vegetación y las dos profundidades de muestreo del banco, se constató que entre el segundo estrato muestral (5-20 cm) y la vegetación, la correlación fue significativamente negativa, aunque la magnitud del coeficiente fue muy baja (no superó en ningún caso al -0,300).

Comunidades Alpinas	Correlaciones Banco de Semillas - Vegetación Establecida								
	Banco de Semillas (0-5 cm)-Vegetación			Banco de semillas (5-20 cm)-Vegetación			Banco de semillas (0-20 cm)-Vegetación		
	n	r _k	p	n	r _k	p	n	r _k	p
Prado Intensivo	47	-0,190	n.s.	49	-0,247	**	50	-0,186	n.s.
Prado Extensivo	56	-0,079	n.s.	58	-0,197	*	58	-0,121	n.s.
Pasto Intensivo	63	-0,063	n.s.	62	-0,111	n.s.	66	-0,104	n.s.
Pasto Extensivo	42	0,216	*	41	0,132	n.s.	53	0,181	n.s.
Pasto Abandonado	44	0,304	**	47	0,140	n.s.	47	0,227	*

Tabla 29: Coeficientes de Correlaciones de Kendall (r_k) y nivel de significación (p) entre los porcentajes de semillas de las especies identificadas en el banco y los porcentajes de biomasa de las especies identificadas en la vegetación establecida de las comunidades alpinas. El Test se realizó en cada una de las dos profundidades muestrales del banco, y para la suma de ambas. n= número total de especies entre el banco y la vegetación sobre las que se realizó el Test en cada caso (p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.).

Los resultados de los coeficientes de Kendall en las comunidades de Innsbruck se comentan a continuación. Los *prados (intensivo y extensivo)* tuvieron un comportamiento similar a los pirenaicos, es decir, entre el banco y la vegetación no existió una correlación positiva, y además la composición florística de la segunda profundidad muestral del banco estuvo negativamente correlacionada con la vegetación actual, si bien en escasa proporción.

Sin embargo en los *pastos*, al aumentar el grado de extensificación en su manejo las correlaciones fueron tornándose positivas tal y como se aprecia en la Tabla 29. El *pasto intensivo*

no presentó correlaciones significativas, pero en el *pasto extensivo* se obtuvo una correlación positiva entre la vegetación y el banco del primer horizonte muestral. En el *pasto abandonado* tanto el primer horizonte como la totalidad del banco de semillas estuvieron positivamente correlacionados con la vegetación actual.

La afinidad cualitativa banco-vegetación, estimada mediante el Índice de Sorensen (Figuras 18 y 19) osciló entre el 40% y el 60%, según horizontes muestrales y manejos, porcentajes muy parecidos a los obtenidos en otros trabajos (Reiné y Chocarro, 1993; García-Morchón, 1995; López Mariño, 1997). En las dos series de vegetación la afinidad entre el banco de semillas y la vegetación establecida siempre fue mayor para el primer horizonte de muestreo del banco que para el segundo. Del mismo modo, este índice de similitud tuvo una tendencia a incrementarse en las parcelas más extensivas (con la única excepción del *prado intensivo alpino*).

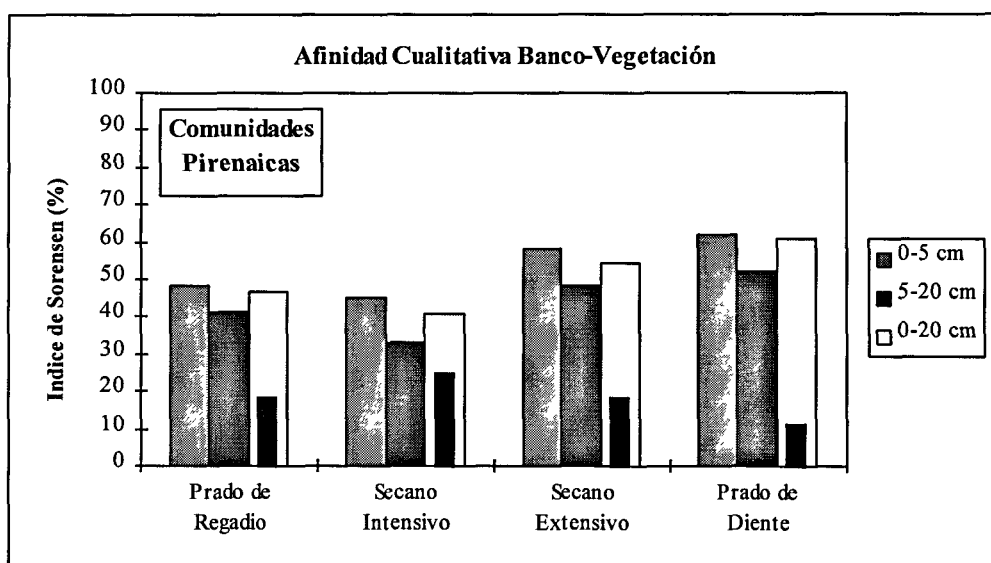


Figura 18: Coeficientes de Afinidad Cualitativos de Sorensen entre las especies identificadas en el banco y en la vegetación establecida de las comunidades pirenaicas. Los índices se calcularon para cada una de las dos profundidades muestrales del banco, y para la suma de ambas. Las barras pequeñas negras indican la Afinidad Cuantitativa, que sólo se halló entre las frecuencias relativas de la vegetación y del total del banco (0-20 cm).

Esta escasa relación entre la composición de los bancos y de la vegetación ha sido detectada en la mayoría de los estudios realizados en comunidades herbáceas perennes (Roberts, 1981; Thompson, 1986; D'angela *et al.*, 1988), sin embargo en las comunidades de especies herbáceas anuales, el parecido entre las composiciones es mayor (Marañón, 1985; Levassor *et al.*, 1990). Moore (1980) argumenta que el nivel de similitud entre el banco y la vegetación depende del grado de perturbación que sufre la comunidad. Para dicho autor las elevadas similitudes se prevén en ecosistemas frecuente e imprevisiblemente perturbados, donde abundan las especies pioneras (estrategas r) que producen numerosas semillas relativamente persistentes, como única táctica reproductiva. Sin embargo en los estados maduros de sucesión, se caracterizan por la presencia de especies con estrategia K en la vegetación, escasamente representadas en el banco por poseer semillas transitorias (Thompson y Grime, 1979), y de reproducción preferentemente vegetativa (Fenner, 1985).

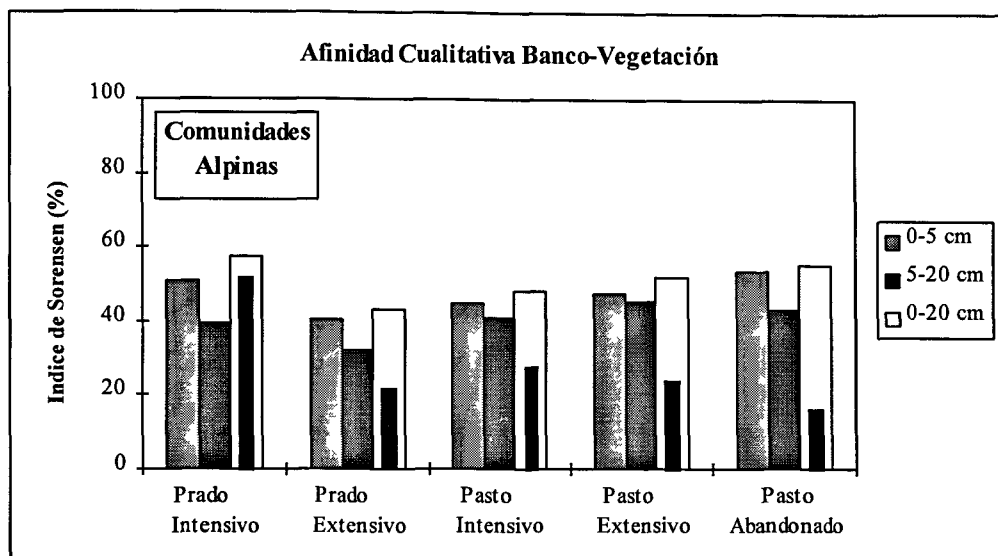


Figura 19: Coeficientes de Afinidad Cualitativa de Sorensen entre las especies identificadas en el banco y en la vegetación establecida de las comunidades alpinas. Los índices se calcularon para cada una de las dos profundidades muestrales del banco, y para la suma de ambas. Las barras pequeñas negras indican la Afinidad Cuantitativa, que sólo se halló entre las frecuencias relativas de la vegetación y del total del banco (0-20 cm).

Comparando las afinidades cualitativas entre el total del banco (0-20 cm) y la vegetación, con las cuantitativas, se observó cómo la primera es siempre mayor en todas las comunidades. Lavorel y Lebreton (1992), en un estudio sobre el recubrimiento de la vegetación a partir de su banco de semillas, realizado en campos de diferentes edades, abandonados tras la roturación, detectaron una mayor afinidad cuantitativa que cualitativa. Este hecho les hizo concluir que la aleatoriedad en el recubrimiento de la vegetación estaba fuertemente ponderada por las frecuencias relativas de las semillas en el suelo, mientras que en su hipótesis, cuando ocurre lo contrario, el recubrimiento se convierte en un proceso aleatorio, independiente de la frecuencia de semillas. Por lo tanto y de acuerdo con las hipótesis de Lavorel y Lebreton (1992), en todas las comunidades estudiadas podríamos prever un recubrimiento de la vegetación totalmente aleatorio, y no dependiente de las abundancias de las semillas de las distintas especies en el suelo.

Fue precisamente en las parcelas más extensivas, donde a priori cabría pensar en un recubrimiento más dependiente del banco de semillas, donde la similaridad cuantitativa fue más pequeña, a diferencia de la cualitativa, que como ya se dijo, aumentó en las parcelas sometidas a menor intensidad en el manejo. Sin embargo las correlaciones positivas detectadas en los pastos alpinos, dominadas por la presencia de semillas de *Calluna vulgaris* y *Erica herbacea* tanto en los primeros centímetros del suelo como en estado de planta adulta, cuestionarían los postulados de Lavorel y Lebreton (1992) en este tipo de comunidades.

IV.3.3. Indices de regeneración de las series de vegetación

La Figura 20 muestra el índice de regeneración para la serie de vegetación de los prados pirenaicos. La similitud respecto a la comunidad más intervenida decrece claramente conforme aumenta la extensificación en la gestión de los prados, de tal forma que la distancia regenerativa entre el *prado de siega regado* y el *prado de diente* es la máxima y se evaluó en torno al 50%. Lo que indica que cualquiera de las otras dos comunidades están evolutivamente más próximas al prado más intensivo.

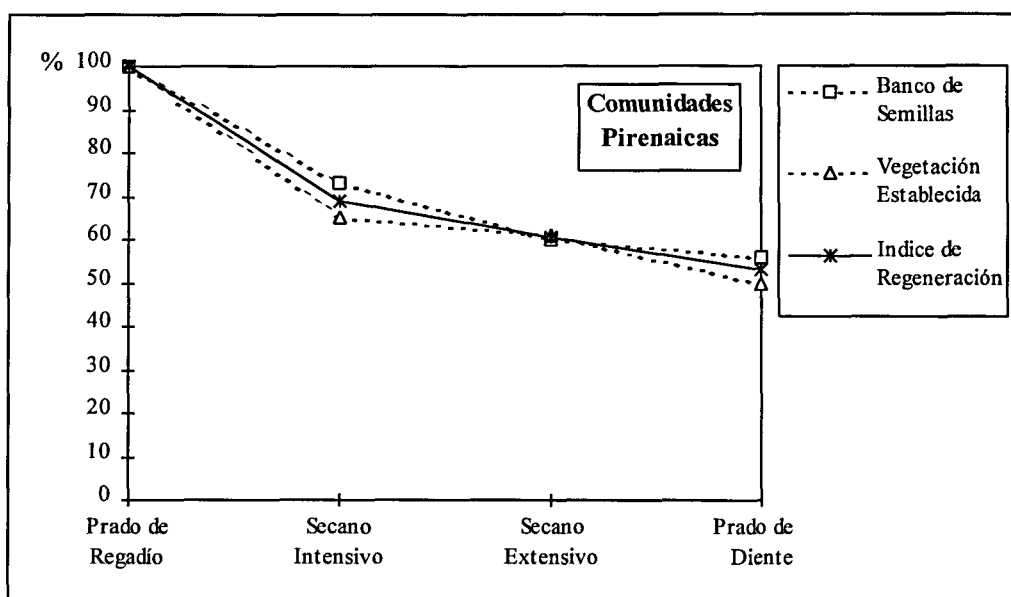


Figura 20: Índices de regeneración de las comunidades pirenaicas, basados en las afinidades del banco de semillas y de la vegetación establecida de los distintos prados respecto a la parcela más intervenida.

Por otro lado, en la serie de vegetación alpina que se ilustra en la Figura 21, se observaron unas distancias regenerativas mucho mayores que en el caso pirenaico. Llamó la atención el alejamiento que se produjo entre el *prado intensivo* y el *extensivo*, cuantificada con un índice del 40%. La separación máxima se obtuvo entre el citado *prado intensivo* de referencia y el *pasto extensivo* (30%) y no con el *pasto abandonado* como en principio cabría esperar.

Tras analizar estos resultados, se consideró que los índices de regeneración, calculados para los dos grupos de prados de este estudio, son buenos evaluadores del proceso de degradación-regeneración de las comunidades. Los valores hallados fueron muy próximos a los obtenidos para otras series de vegetación europeas (Bekker *et al.*, 1997). El hecho de que la serie alpina diverja más rápidamente que la pirenaica evidencia además de un punto de partida (grado de intensificación) distinto, un diferente historial de manejo en el área, además de los peculiares factores ambientales de la zona. Si bien las distancias regenerativas alpinas son mayores que las pirenaicas, también la variedad de manejos ganaderos es mayor en la zona de Innsbruck, y da idea de una vegetación en los prados intensivos, completamente dependiente de ese manejo y lejana evolutivamente hablando del resto.

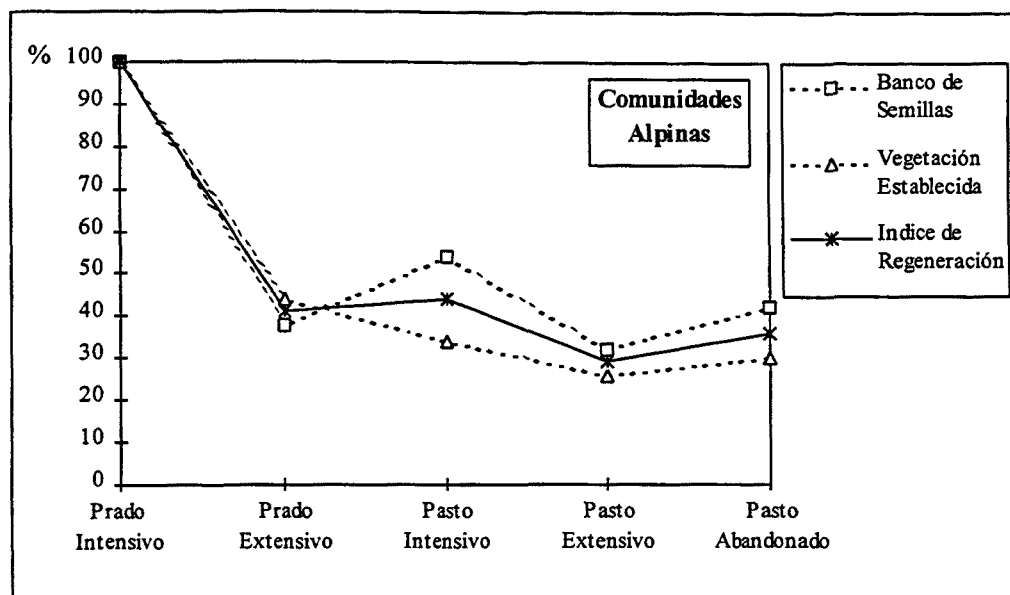


Figura 21: Índices de regeneración de las comunidades alpinas, basados en las afinidades del banco de semillas y de la vegetación establecida de los distintos prados respecto a la parcela más intervenida.

IV.4. CONCLUSIONES

- * En todas las comunidades estudiadas han existido notables diferencias entre la composición florística del banco de semillas y de la vegetación establecida. Estas diferencias fueron más acusadas en los prados pirenaicos, donde las especies mayoritarias del banco o no se describieron en la vegetación (*Lamium purpureum*, *Agrostis capillaris*, *Verbena officinalis*) o estuvieron en ella muy poco representadas (*Plantago major*). Del mismo modo, los taxones más importantes en la vegetación no se identificaron como semillas enterradas (*Arrhenatherum elatius*, *Festuca pratensis*), o lo hicieron escasamente (*Brachypodium pinnatum*, *Dactylis glomerata*). En las parcelas alpinas pese a que, en general, el comportamiento de las especies se asemejó al descrito, también es de destacar la conducta de otras como *Alchemilla vulgaris*, *Erica herbacea* y *Calluna vulgaris*, que en algunas parcelas fueron las más abundantemente representadas tanto en el banco como en la vegetación.
- * Ambas composiciones taxonómicas no han estado significativamente correlacionadas. Tras analizar las dos profundidades muestrales separadamente, sólo el horizonte superficial del banco resultó positivamente correlacionado con la flora aérea en los dos pastos alpinos. El más profundo, se correlacionó negativamente con la vegetación en todas las parcelas pirenaicas y en las alpinas más intensivas. La gestión ganadera parece ser, por lo tanto, un agente abiótico causante de estas diferencias, únicamente cuando ésta es muy extensiva o desaparece, permite la incorporación de las semillas a los horizontes más superficiales del suelo.
- * La afinidad cualitativa banco-vegetación fue baja en todas las comunidades y se cuantificó entre un 40% y un 60% según profundidades muestrales y manejos. De los resultados de estas estimaciones cabe destacar por un lado que el primer horizonte muestral del banco fue

siempre más afín con la vegetación que el segundo, y que la similitud tendió a incrementarse conforme el manejo ganadero se hace más extensivo.

- * El coeficiente de similitud cuantitativo presentó por lo general unos valores más bajos (salvo una parcela todos inferiores al 30%), hecho que para algunos autores es un indicativo de un proceso de recubrimiento de la vegetación totalmente aleatorio e independiente de las abundancias de las distintas especies en el banco. Este índice, al contrario que el cualitativo disminuyó con la extensificación en el manejo ganadero.
- * Los índices de regeneración aplicados entre la comunidad más intervenida y el resto, en las dos series de vegetación, han evidenciado como la distancia regenerativa se incrementa cuando se compara la parcela de referencia con las de un manejo agrícola más extensivo. El manejo condiciona por lo tanto la composición del banco de semillas y de la vegetación, de tal forma que es capaz de ordenar evolutivamente las comunidades. Así por ejemplo entre las parcelas alpinas, donde las gestiones ganaderas evaluadas abarcan desde un prado intensivo, hasta los pastos extensivo y abandonado, se produjeron las mayores distancias regenerativas.

V. DIVERSIDAD Y CALIDAD DE LOS BANCOS DE SEMILLAS

V.1. INTRODUCCIÓN



En la década, no habrá una muestra que represente la diversidad desde otras comunidades o la reintroducción artificial de las semillas de estas (Baker et al., 1980; Williams, 1983; Williams, 1984; Williams, 1985; Baker, 1987; Baker, 1989; Baker et al., 1991).

Analizando la diversidad, la riqueza vegetal y la calidad forajera, tanto del banco de semillas como de la vegetación establecida, de varias comunidades herbáceas representativas de otros tantos manejos ganaderos, pretendemos desarrollar los modos de trabajo más acordes con las directrices agrarias comunitarias.

CAPÍTULO V DIVERSIDAD Y CALIDAD DE LOS BANCOS DE SEMILLAS

V.1. Objetivos

- Cuantificar la diversidad y la calidad forajera de los bancos de semillas y de la vegetación establecida en prados sometidos a distintos manejos ganaderos. Analizar la variación de estos parámetros con la profundidad muestral.

El otro objetivo será el de analizar el efecto de la profundidad muestral en la estimación de los parámetros de diversidad y calidad forajera de los bancos de semillas y de la vegetación establecida en prados sometidos a distintos manejos ganaderos. Analizar la variación de estos parámetros con la profundidad muestral.

Foto página anterior: Colección de plántulas conservadas en verde, confeccionada con el material germinado en la cámara controlada. Fue de gran utilidad para la identificación de las especies en los distintos muestreos.

V. DIVERSIDAD Y CALIDAD DE LOS BANCOS DE SEMILLAS

V.1. INTRODUCCIÓN

Tras estudiar los efectos de las perturbaciones bióticas y abióticas sobre la composición y estructura de las comunidades, se acepta la hipótesis teórica según la cual, la diversidad específica de una comunidad se maximiza a niveles intermedios de perturbación (Miller, 1982; Sousa, 1984). El alcance independiente de cada tipo de perturbación sobre la estructura de la vegetación de las comunidades herbáceas ha sido ampliamente estudiado (Van der Maarel, 1971; Collins y Barber, 1985; Collins, 1987; Bakker, 1989; Glenn y Collins, 1992).

La mayoría de las investigaciones han hecho hincapié en la pérdida de especies de la vegetación cuando se incrementa la productividad de una comunidad (Grime, 1979), bien como consecuencia de la aplicación de fertilizantes (Mountford *et al.*, 1994) o por la imposición de otros manejos intensivos (Bakker, 1989). Esta intensificación en el manejo de las comunidades pratenses ya ha causado en Europa una alarmante disminución de su diversidad, el número de especies se ha simplificado y las composiciones florísticas se limitan a unas pocas especies de alta calidad forrajera (Baldock, 1990b). Ante este hecho, el programa medioambiental de la P.A.C. (directiva 2078/92), propone el mantenimiento de comunidades pratenses ricas en especies, con aceptables grados de calidad forrajera, e insta a los investigadores para que analicen las prácticas culturales capaces de preservar altos niveles de diversidad.

El incremento de la diversidad de la vegetación de estas comunidad herbáceas, puede conseguirse a partir del banco de semillas del suelo, especialmente cuando el manejo de la comunidad se vuelve más extensivo tras un periodo de intensificación agrícola, o cuando la gestión se reinicia tras un periodo de abandono. En el caso de que la composición del banco no sea la deseada, no habrá otro remedio que esperar la dispersión desde otras comunidades, o la reintroducción artificial de las semillas deseadas (Bakker *et al.*, 1980; Willems, 1983; Williams, 1984; Williams, 1985; Bakker, 1987; Bakker, 1989; Bakker *et al.*, 1991).

Analizando la diversidad, la riqueza específica y la calidad forrajera, tanto del banco de semillas como de la vegetación establecida, de varias comunidades herbáceas representativas de otros tantos manejos ganaderos, pretendemos diferenciar los modos de trabajo más acordes con las directrices agrarias comunitarias.

V.1.1. Objetivos

- * Cuantificar y comparar la riqueza específica de la vegetación y del banco de las distintas comunidades estudiadas, analizando las diferencias entre manejos culturales y profundidades muestrales del banco de semillas.
- * Estimar los parámetros de diversidad y uniformidad del banco de semillas y de la vegetación establecida en prados sometidos a distintos manejos ganaderos. Analizar la variación de estos parámetros con la profundidad muestral.

- * Estimar la calidad forrajera potencial (banco de semillas) y actual (vegetación aérea), comparando los resultados obtenidos para las distintos tipos de vegetación.

V.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* del capítulo anterior.

V.2.1. Análisis de los datos

Se denominada riqueza específica al número total de especies identificadas en cada uno de los horizontes del banco de semillas y en la vegetación establecida. Con la abundancia relativa de cada una de estas especies se calcularon los índices de diversidad de Shannon, que tiene por expresión (Shannon y Weaver, 1949):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \log_2 p_i$$

siendo:

H' = Índice de Diversidad (bits/muestra).

p_i = Proporción de la especie i en la muestra.

s = Número de especies.

A partir de este índice y utilizando la técnica de *Jacknife* (Zahl, 1977; Heltshe y Forrester, 1985) se calculó la diversidad de cada uno de los horizontes muestrales del banco de semillas y de la vegetación aérea. Esta técnica permite una reducción del sesgo del estimador y provee una estimación de la varianza, hecho que posibilitó la realización de un ANOVA paramétrico para comparar los resultados según manejos y profundidades muestrales del banco de semillas. Cuando dicho análisis fue significativo se aplicó el Test de separación de medias de Tukey (Zar, 1984).

La uniformidad de una comunidad puede estimarse como una relación entre la diversidad observada y la máxima posible. Pielou (1969) propone para ello la fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log_2 s}$$

siendo:

J' = Índice de Uniformidad.

H'_{max} = Diversidad máxima posible en la comunidad.

El valor de la uniformidad oscila entre 0 y 1, este último representa una situación en la que todas las especies son igualmente abundantes (diversidad máxima de la comunidad) (Magurran, 1989).

Existen tres grandes grupos de métodos para determinar la calidad forrajera: los zootécnicos que evalúan la calidad de la hierba a partir de los propios animales (Blaxter, 1964), los químicos basados en la determinación de los contenidos bromatológicos del forraje (Van Soest, 1983) y por último los basados en la composición florística (Delpech, 1960; Demarquilly, 1970; Daget y Poissonet, 1972; Daget y Poissonet, 1973). Dentro de este último grupo se encuentra el método *Complex* (Sostaric y Kovacevic, 1974) mediante el cual se ha calculado la calidad forrajera real (vegetación) y la potencial (banco de semillas) de las distintas comunidades.

Este procedimiento tiene en cuenta la digestibilidad de las distintas especies, sus caracteres morfológicos y anatómicos (pilosidad, espinas, durezas, etc.), la palatabilidad, la proporción de hojas y otros órganos en relación con los tallos, la toxicidad, los contenidos de aceites y otras sustancias repulsivas, el cambio de calidad durante el proceso de henificación, la experiencia empírica de los ganaderos y la observación directa del ganado en pastoreo libre (Sostaric y Kovacevic, 1974).

En función de lo comentado, cada especie tiene asignado un coeficiente de calidad (incluso negativos en el caso de taxones con sustancias tóxicas o nocivas para el ganado), que se multiplica por su abundancia relativa, la suma de estos productos se considera la calidad final de la muestra expresada en %. Los coeficientes también se pueden corregir en función de condicionantes del medio como la altitud, la riqueza en nutrientes del suelo, su pH, la intensidad de la explotación, las condiciones extremas de humedad y sequía, la proporción de leguminosas y gramíneas en la mezcla, y el tipo de ingestión: pastoreo directo o henificado.

La conveniencia de la aplicación del método *Complex* en los prados pirenaicos ha sido ampliamente probada (Chocarro, 1987; Chocarro, 1990; Armengol, 1991). Para el cálculo del índice, la abundancia relativa de cada especie se expresó como % de biomasa (materia seca) en el caso de la vegetación aérea y como % de semillas, en los muestreos del banco.

V.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.3.1. Riqueza específica total de los bancos de semillas y de la vegetación

En las Figuras 22 y 23 podemos observar las riquezas específicas de las comunidades pirenaicas y alpinas respectivamente.

En los prados del Pirineo se apreció un incremento de la riqueza en especies conforme el manejo de las comunidades se hace más extensivo, tanto en el banco de semillas como en la vegetación establecida, siendo ésta además menos rica en especies que el banco (excepto en el

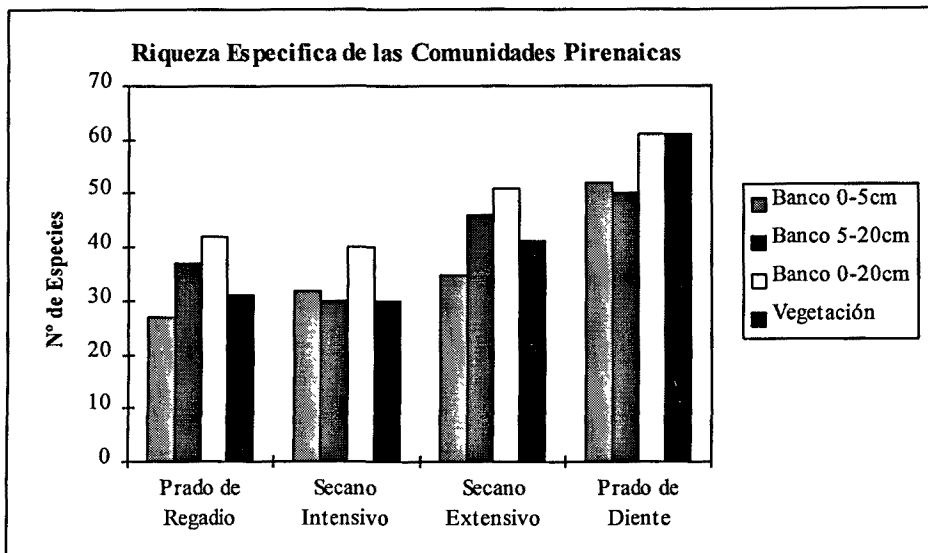


Figura 22: Número total de especies identificadas en las 100 muestras del banco de semillas y de la vegetación establecida de las comunidades pirenaicas.

prado de diente que tiene el mismo número de especies). Sin embargo en las parcelas de Innsbruck no se aprecia una tendencia tan clara. En este caso fueron las parcelas de manejos intermedios (*prado extensivo* y *pasto intensivo*) donde se identificó un mayor número de taxones. Además la vegetación siempre fue más rica en especies que el banco, y a diferencia del muestreo pirenaico, la primera profundidad tuvo más especies que el segundo horizonte, aunque siempre el banco fue más pobre en especies que en las parcelas pirenaicas.

McGraw y Vavrek (1989) consideran que los bancos de semillas en comunidades árticas y alpinas presentan menor número de especies que el resto de las comunidades pratenses, ya que sugieren que existe una disminución en los bancos de semillas conforme se incrementa la latitud

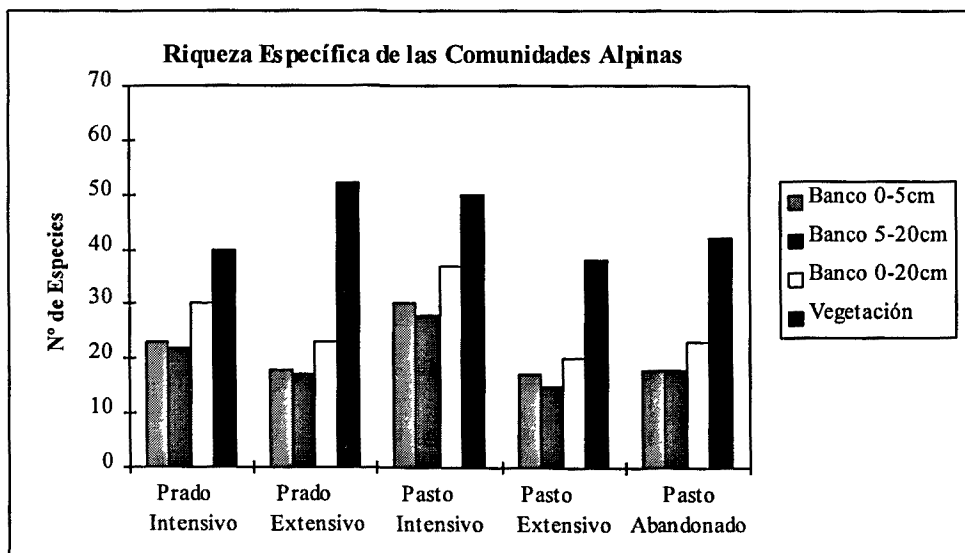


Figura 23: Número total de especies identificadas en las 25 muestras del banco de semillas y de la vegetación establecida de las comunidades alpinas.

y la altitud. En nuestro caso la reducción observada en los bancos alpinos sólo se notó en cuanto a riqueza de especies, ya que en la densidad de semillas enterradas, como se comentó en el *Capítulo III*, no difirieron substancialmente. McGraw y Vavrek (1989), al igual que en nuestras parcelas alpinas, encontraron una menor abundancia de especies en el banco que en la vegetación.

Sin embargo, por lo general, la riqueza en especies del banco suele exceder a la de la vegetación (Fenner, 1985). Livingston y Allesio (1968), tras el estudio de una serie sucesional de 16 comunidades (desde un campo abandonado a un área forestal), sólo encontraron un mayor número de especies en la vegetación establecida en la comunidad más joven. En nuestro caso las riquezas se igualaron en el *prado de diente*, que también fue el de menor edad de la serie pirenaica.

La influencia del manejo ganadero sobre la vegetación de los prados pirenaicos ya había sido objeto de estudio. En los trabajos de Chocarro *et al.* (1987), Fillat *et al.* (1993) y Bernués (1996) se concluye que los manejos intensivos en estas comunidades conllevan una reducción de la riqueza específica. Esta reducción también fue descrita por Reiné y Fanlo (1994) en el banco de semillas del suelo, destacando el efecto negativo que tiene el número de siegas que soporta la comunidad sobre la riqueza florística del banco.

De acuerdo con los resultados obtenidos parece evidente que para el banco de semillas también se cumplen las hipótesis de Grime (1979), según las cuales todo incremento en la productividad de un ecosistema arrastra una pérdida de especies de la comunidad, sin duda causadas por el efecto negativo que tiene la intensificación en el manejo agrícola sobre los hábitos de vida de algunas especies (Willems, 1983; Bakker, 1989; Mountford *et al.*, 1994).

Mientras que hay autores para los que no hay dudas que la riqueza específica de los bancos de semillas decrece durante la sucesión secundaria de las comunidades (Donelan y Thompson, 1980; Symonides, 1986; Roberts y Vankat, 1991; Bakker *et al.*, 1996), otros no encuentran variaciones en este parámetro (Beatty, 1991; Milberg, 1995; Kalamees y Zobel, 1997), tal y como ocurrió en la serie de vegetación alpina. También resultó sorprendente el hecho de que en estas parcelas el *pasto abandonado* no presentara la menor riqueza específica. La bibliografía apoya la evidencia de cómo tras el abandono de las prácticas culturales en una comunidad el número de especies se reduce, tanto en la vegetación como en el banco de semillas. El abandono provoca una acumulación de la vegetación establecida y se produce una reducción del número de especies ante la imposibilidad de competir por la luz con el resto (Willems, 1988; Bakker, 1989).

V.3.2. Diversidad y uniformidad de los bancos de semillas y de la vegetación

Tras el cálculo de los índices de diversidad se realizaron las pruebas ANOVAS, con sus correspondientes separaciones de medias. Los resultados se exponen a continuación. En la Figura 24 se representan los índices de Shannon para los prados pirenaicos y en la Figura 25 para las comunidades alpinas.

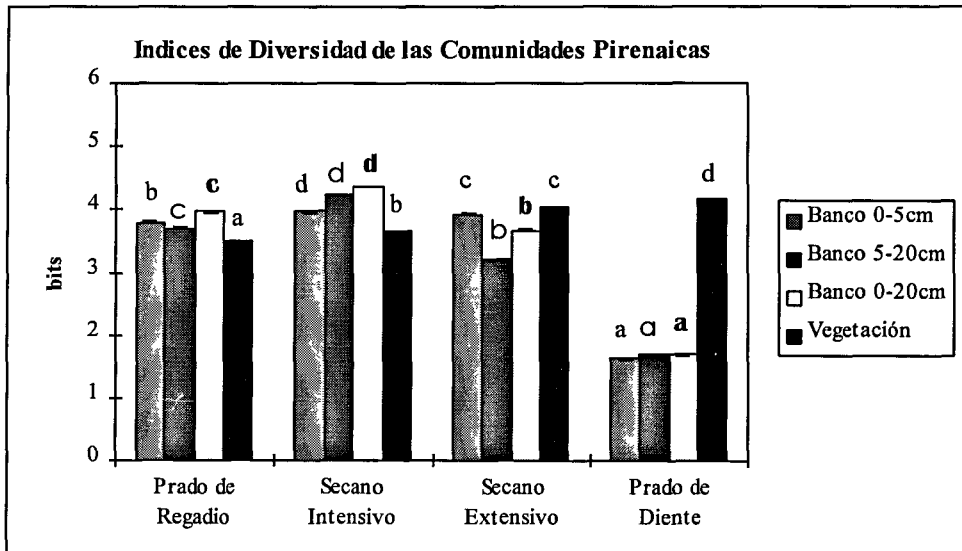


Figura 24: Valores medios y desviaciones estándar de los Índices de Diversidad de Shannon calculados para el banco de semillas y para la vegetación establecida de las cuatro parcelas estudiadas en Fragen (Pirineos). Las pruebas ANOVA entre las comunidades fueron todas altamente significativas ($n=400$, $P<0,0001$). La misma letra en una misma trama del diagrama de barras indica la ausencia de diferencias significativas para una $p<0,05$ (Test de separación de medias de Tukey).

En los prados de Fragen, se pudo observar cómo la diversidad en la vegetación aumenta significativamente conforme la gestión ganadera disminuye, mientras que la diversidad de las semillas enterradas disminuye cuando la gestión se hace más extensiva, salvo en los primeros 5 cm muestrales, en los que la tendencia comentada no es tan clara. Además, solamente en las parcelas más extensivas, la diversidad de la vegetación supera a la del banco de semillas.

Este último resultado también se reprodujo en las comunidades alpinas, donde salvo en el prado intensivo, el índice de Shannon de la vegetación superó ampliamente al del banco. En estas series de vegetación, tanto la diversidad del banco de semillas (en las dos profundidades), como la de la vegetación establecida, parecieron decrecer, en términos generales cuando el manejo se hace más extensivo. En contra de lo esperado, los regímenes más intensivos representados por el *prado intensivo* y el *prado extensivo*, presentaron los mayores valores de diversidad en su vegetación establecida.

En general, el banco de semillas suele ser menos diverso que la vegetación establecida. Donelan y Thompson (1980) tras el estudio de una serie de vegetación compuesta por nueve comunidades herbáceas, hallaron menores diversidades en el banco de semillas que en la vegetación establecida en ocho comunidades, tan sólo en un campo arado ocurrió lo contrario. La

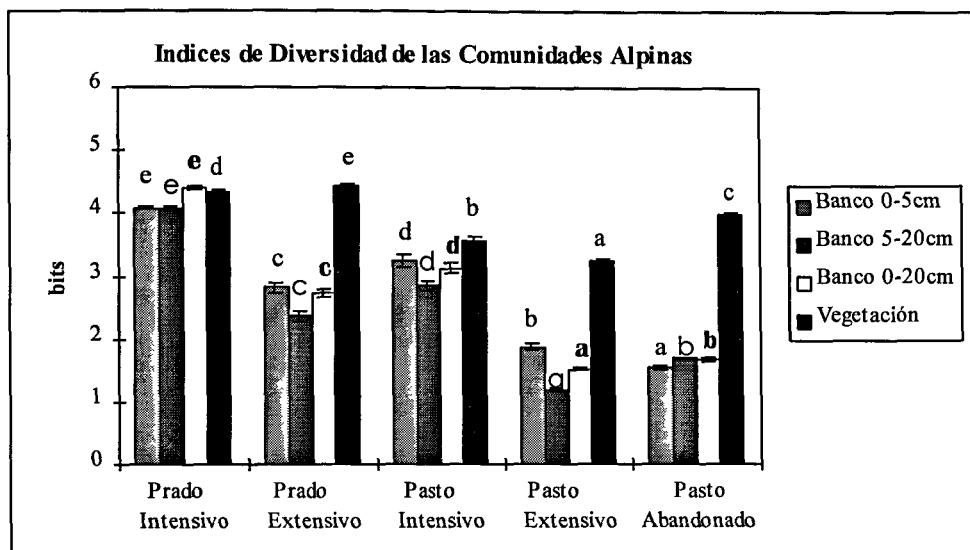


Figura 25: Valores medios y desviaciones estándar de los Indices de Diversidad de Shannon calculados para el banco de semillas y para la vegetación establecida de las cinco parcelas estudiadas en Innsbruck (Alpes). Las pruebas ANOVA entre las comunidades fueron todas altamente significativas ($n=125$, $P<0,0001$). La misma letra en una misma trama del diagrama de barras indica la ausencia de diferencias significativas para una $p<0,05$ (Test de separación de medias de Tukey).

clara dominancia de una o dos especies que normalmente se produce en las poblaciones de semillas enterradas en el suelo (Roberts, 1981), sin duda hace disminuir el índice de diversidad. Este hecho también se advirtió al comparar los resultados de las riquezas florísticas y las diversidades de los bancos de semillas de las comunidades pirenaicas (Figuras 22 y 24). Las parcelas más extensivas, pese a ser las más ricas en especies en el banco son también las menos diversas. La fuerte dominancia de las semillas de *Verbena officinalis* en el suelo del *secano extensivo* y la de *Plantago major* en el del *prado de diente* originan sin duda el descenso de la diversidad.

La diversidad de la vegetación de las parcelas pirenaicas, al igual que la riqueza específica, también desciende con los manejos muy intensivos (Chocarro *et al.*, 1987; Fillat *et al.*, 1993; Bernués, 1996). Para Willems (1983) el pastoreo es una de las prácticas ganaderas que más potencia la diversidad de la vegetación aérea, frente a otras acciones como el corte de la vegetación. Según Vivian-Smith (1997) es debido, entre otras causas, a que crea una heterogeneidad microtopográfica que favorece al asentamiento de nuevas especies. Otros autores estudiando el efecto de varias perturbaciones sobre la diversidad, obtuvieron los menores índices en las comunidades sin alterar y en las muy severamente alteradas, y también calcularon las diversidades máximas bajo determinadas condiciones de pastoreo (Collins y Barber, 1985; Collins, 1987). Willems (1983), destaca cómo el abandono conlleva la dominancia de unas pocas especies, hecho que produce la disminución de la diversidad, tanto del banco como de la vegetación, en las comunidades con mínima gestión ganadera o nula. Finalmente, en un reciente estudio sobre comunidades herbáceas europeas sometidas a distintos manejos, (Janssens *et al.*, en prensa) encuentran una clara relación entre el fósforo extraíble del suelo y la diversidad de la vegetación: a menor intensidad en la gestión (menos fósforo en el suelo) mayores valores de diversidad.

De los resultados obtenidos se desprende que los regímenes extensivos no necesariamente originan un aumento de la diversidad en el banco de semillas. Sin embargo, en las parcelas con regímenes agrícolas intensivos, la diversidad del banco sí que es mayor que en la vegetación. Precisamente en este hecho se basan algunos autores (Bakker *et al.*, 1980; Willems, 1983; Williams, 1984; Bakker, 1989; Bakker *et al.*, 1991) para utilizar las reservas enterradas en el suelo como elemento básico en la restauración de la diversidad perdida en la vegetación.

En la siguiente ilustración (Figura 26) se representaron los índices de uniformidad de las parcelas estudiadas.

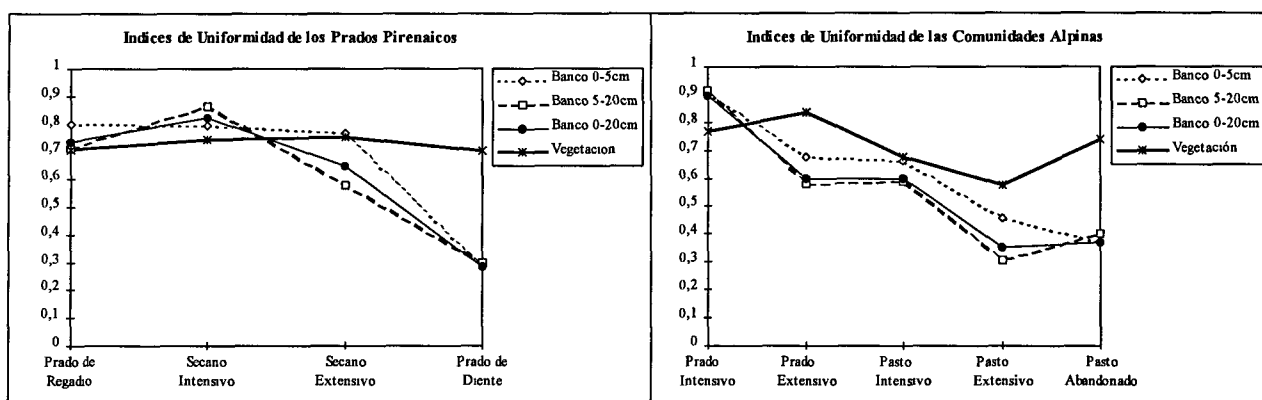


Figura 26: Índices de Uniformidad de Pielou calculados a partir de las diversidades del banco de semillas y de la vegetación establecida de las parcelas estudiadas.

En ella vemos cómo solamente en el caso de los regímenes intensivos la uniformidad del banco de semillas supera a la de la vegetación establecida. Esta alcanza los mayores valores de uniformidad en niveles intermedios de perturbación (*secano extensivo* para el Pirineo y *prado extensivo* en el caso alpino) tal como postulan algunos autores (Miller, 1982; Sousa, 1984). No obstante, la uniformidad del banco presentó sus máximos valores en las parcelas intensivas y descendió rápidamente con la extensificación del manejo.

Las Tablas 30 y 31 muestran los resultados del análisis comparativo de las diversidades calculadas en cada uno de los horizontes muestrales del banco de semillas. De estos resultados destacaron las diferencias significativas halladas en casi todas las parcelas estudiadas. A pesar de que, por lo general en los primeros cinco centímetros del banco se encontraron poblaciones de

Comunidades Pirenaicas	Índices de Diversidad de Shannon		p
	Profundidad 0-5 cm media (bits/muestra) ± s.d.	Profundidad 5-20 cm media (bits/muestra) ± s.d.	
Prado de Regadío	3,791 ± 0,018	3,705 ± 0,013	****
Secano Intensivo	3,967 ± 0,014	4,240 ± 0,008	****
Secano Extensivo	3,930 ± 0,009	3,193 ± 0,010	****
Prado de Diente	1,627 ± 0,015	1,691 ± 0,016	****

Tabla 30: Comparación de los Índices de Diversidad de Shannon calculados para cada una de las dos profundidades muestrales de las comunidades pirenaicas. Valores medios y desviaciones estándar. Prueba ANOVA (n=200; p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.).

Comunidades Alpinas	Indices de Diversidad de Shannon		p
	Profundidad 0-5 cm media (bits/muestra) ± s.d.	Profundidad 5-20 cm media (bits/muestra) ± s.d.	
Prado Intensivo	4,090 ± 0,031	4,078 ± 0,035	n.s.
Prado Extensivo	2,818 ± 0,077	2,363 ± 0,078	****
Pasto Intensivo	3,242 ± 0,098	2,842 ± 0,074	****
Pasto Extensivo	1,868 ± 0,047	1,201 ± 0,034	****
Pasto Abandonado	1,540 ± 0,035	1,687 ± 0,026	****

Tabla 31: Comparación de los Indices de Diversidad de Shannon calculados para cada una de las dos profundidades muestrales de las comunidades alpinas. Valores medios y desviaciones estándar. Prueba ANOVA (n=50; p<0,0001 ****; p<0,001 ***; p<0,01 **; p<0,05 *; p>0,05 n.s.).

semillas con mayor diversidad específica que el resto, también hubo parcelas en que ocurrió lo contrario, sobre todo en los prados pirenaicos, sin que este hecho responda a unas pautas claras relacionadas con la gestión de las comunidades.

Por lo tanto, una vez más, debemos comentar en esta Memoria que aunque los contenidos de semillas en la superficie son proporcionalmente mayores que en el resto (Capítulo III), no deben subestimarse las semillas enterradas a mayor profundidad, que por alteraciones naturales o deliberadas de la comunidad pueden incorporarse en superficie y contribuir con su diversidad específica a la regeneración e incluso a la restauración de la comunidad.

V.3.3. Calidad de los bancos y de la vegetación

Los resultados de los índices de calidad calculados por el método *Complex* se reseñan en las Figuras 27 y 28 para las parcelas pirenaicas y alpinas respectivamente.

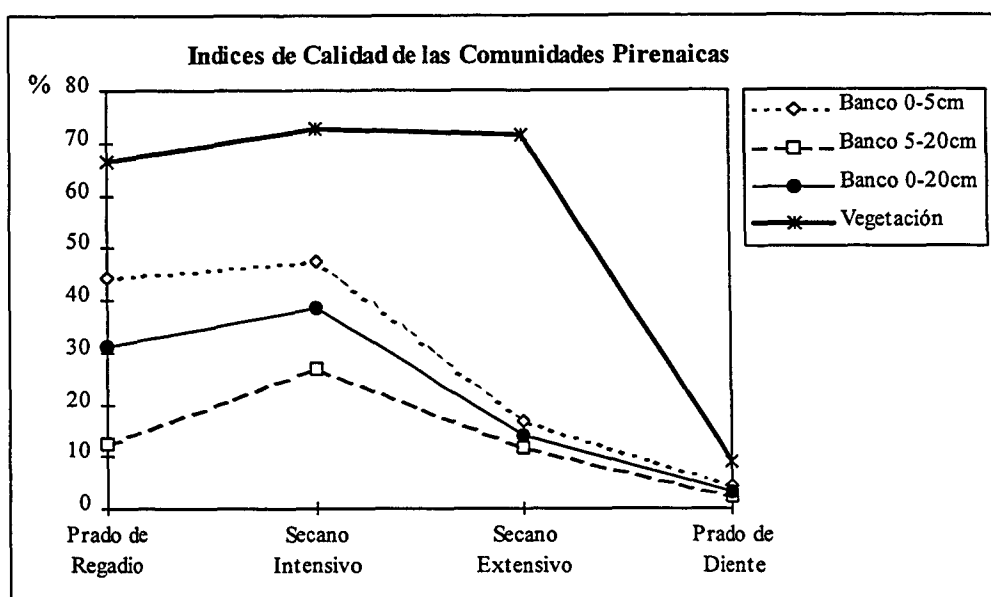


Figura 27: Indices de calidad *Complex* calculados a partir de los % de semillas y los % de biomasa de las distintas especies identificadas en el banco de semillas y en la vegetación establecida respectivamente. Comunidades Pirenaicas.

En la primera de las gráficas se observa que la calidad de la vegetación establecida se cuantificó en torno al 70% en los tres prados de siega, y descendió espectacularmente hasta el 10% en el prado de diente. En todos los casos estos valores fueron muy superiores a los calculados para la vegetación potencial, formada por la población de semillas enterradas en el suelo. Además, las especies identificadas en estado de semillas en los primeros cinco centímetros de profundidad, son de mayor calidad forrajera que las restantes, diferencia que se reduce en las parcelas extensivas. Tanto en el banco como en la vegetación se apreció un descenso de la calidad a medida que el manejo ganadero se hace más extensivo.

Las comunidades alpinas (Figura 28) presentaron especies de menor calidad forrajera que las pirenaicas. Tan sólo el *prado intensivo* superó un valor de calidad del 30%. En este caso las especies de la vegetación aérea también fueron de mayor calidad que las del banco de semillas, si exceptuamos el *prado intensivo*, donde la vegetación potencial supera en calidad a la actual. Las diferencias entre los dos horizontes muestrales no fueron tan amplias como en los Pirineos y generalmente también la calidad de las especies del primer horizonte muestral del banco fue mayor. Asimismo, aunque de forma menos nítida que en la Figura 27, se apreció una tendencia a la disminución del índice tanto del banco como de la vegetación, conforme la gestión se hacía más extensiva.

Sostaric y Kovacevic (1974) presentaron en su trabajo algunos valores medios de referencia del método Complex para ciertas asociaciones vegetales. Sirvan como muestra los siguientes: para la asociación *Arrhenatherum elatioris* obtuvieron un 50,9 %; *Bromo-Plantaginetum mediae* 42,5%; *Bromo-Cynesuretum cristati* 36,5%; *Deschampsietum caespitosae* -38,2 %. Señalan estos autores que las condiciones de fertilización pueden hacer subir un 20% estos valores. Así en el caso de un prado sembrado y fertilizado el valor de referencia es de 76,8%.

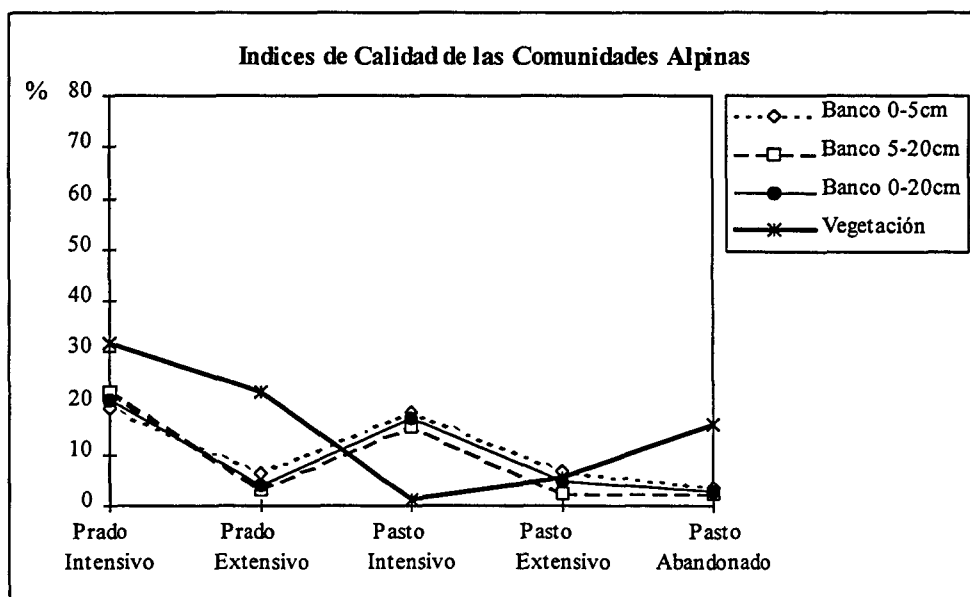


Figura 28: Índices de calidad *Complex* calculados a partir de los % de semillas y los % de biomasa de las distintas especies identificadas en el banco de semillas y en la vegetación establecida respectivamente. Comunidades Alpinas.

Chocarro (1990) aplicando este índice en 45 prados del Pirineo Aragonés, calculó en las parcelas de régimen más intensivo unos máximos entre el 88,89% y el 76,31% para los alfalfares, y entre 70,32% y 62,77% para los prados ricos en *Trifolium pratense*, *Onobrychis sp.*, *Dactylis glomerata* y *Trisetum flavescens*. En los últimos lugares del ranking, con valores inferiores a 15%, se situaron las parcelas de régimen ganadero más extensivo, con altos contenidos de *Centaurea debeauxii* y otras especies de escaso valor forrajero. Los resultados alcanzados en esta memoria parecen estar dentro de estos rangos de variación.

V.4. CONCLUSIONES

- * La riqueza específica, la diversidad de la comunidad y la calidad forrajera de las especies identificadas tanto en el banco de semillas como en la vegetación aérea, resultan afectadas por el grado de intensificación del manejo al que está sometida la comunidad.
- * En los prados pirenaicos el banco de semillas es más rico en especies que la vegetación establecida. Esta riqueza taxonómica se incrementa en ambos estados vegetativos conforme la gestión ganadera de la comunidad se hace más extensiva. En la misma dirección aumenta también la diversidad de la vegetación, mientras que el banco con la extensificación se hace menos diverso, a causa de la fuerte dominancia que ejercen las semillas de algunos taxones en los bancos.
- * La vegetación de las comunidades alpinas sin embargo es mucho más rica en especies que sus bancos, a su vez más pobres que los pirenaicos. No se puede concluir de qué modo exacto afectó la gestión ganadera sobre este parámetro, si bien la diversidad específica del banco de semillas y de la vegetación aérea sí que disminuyeron al incrementarse el grado de extensificación de estas comunidades.
- * Las parcelas más intensamente gestionadas en ambas localidades presentaron unos bancos de semillas más diversos y uniformes que la vegetación establecida, y en algunos casos incluso más ricos en especies. Este hecho evidencia la aptitud de los bancos como elementos regeneradores de la vegetación actual de estas comunidades.
- * Los prados pirenaicos fueron de mayor calidad que las comunidades alpinas estudiadas, manejadas de un modo mucho más extensivo. La calidad decreció tanto en el banco de semillas como en la vegetación en ambas series de vegetación cuando la gestión ganadera se hizo más extensiva.
- * La calidad forrajera de las especies aportadas por el banco es, por lo general, inferior a la que posee la vegetación, por lo que la regeneración a partir de las semillas enterradas llevaría una pérdida inicial de la calidad forrajera de la comunidad. Por otra parte esta disminución de la calidad sería menos importante en las parcelas más intensivas, a priori las más adecuadas para su regeneración.
- * Analizando la variación de los parámetros objeto de este capítulo con la profundidad muestral de los bancos de semillas, solamente puede concluirse que la riqueza específica y la diversidad de los bancos alpinos, son mayores en el horizonte superficial que en el resto. Los

bancos pirenaicos fueron más irregulares. Por otra parte, la calidad del banco de semillas superficial fue mayor que la de las especies enterradas en profundidad en prácticamente todas las comunidades estudiadas.