

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TITULO

**EFFECTO DE LA INTENSIDAD DE INCENDIO SOBRE EL BANCO DE
SEMILLAS DE UNA PRADERA ANUAL DE CLIMA MEDITERRANEO**

JUAN PABLO BRAVO VENEGAS

Santiago, Chile
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TITULO

**EFFECTO DE LA INTENSIDAD DE INCENDIO SOBRE EL BANCO DE
SEMILLAS DE UNA PRADERA ANUAL DE CLIMA MEDITERRANEO**
**EFFECT OF FIRE INTENSITY ON SEED BANK OF A MEDITERRANEAN
CLIMATE ANNUAL PASTURE**

JUAN PABLO BRAVO VENEGAS

Santiago, Chile
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**EFECTO DE LA INTENSIDAD DE INCENDIO SOBRE EL BANCO DE
SEMILLAS DE UNA PRADERA ANUAL DE CLIMA MEDITERRANEO**

Memoria para optar al título
Profesional de Ingeniero Agrónomo

JUAN PABLO BRAVO VENEGAS

PROFESOR GUÍA	CALIFICACIONES
Sr. Alfredo Olivares E. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	6,6
PROFESORES EVALUADORES	
Sr. Jurij Wacyk G. Ingeniero Agrónomo, Ph.D	6,3
Sr. Elías Obreque S. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	6,5
COLABORADOR	
Sr. Luis Piña M. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	

Santiago, Chile
2012

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos a todos quienes me han acompañado en mi formación universitaria, en especial a mis padres y hermanos, quienes me han apoyado incondicionalmente a lo largo de mi vida.

Agradezco a mis profesores guías Alfredo Olivares y Luis Piña por su interminable paciencia, ayuda y motivación en la realización de esta memoria, y agradezco también su gran vocación y preocupación en formar excelentes profesionales.

A mis amigos, gracias por todos esos momentos con los cuales se formó un excelente grupo que ojalá siempre siga en contacto.

Finalmente agradezco a mi abuela, ya que gracias a ella elegí el campo como mi estilo de vida.

INDICE

Resumen	Pág. 1
Abstract	Pág. 2
Introducción	Pág. 3
Hipótesis y Objetivos	Pág. 5
Materiales y Métodos	Pág. 6
Lugar de estudio	Pág. 6
Materiales	Pág. 6
Métodos	Pág. 7
Recolección de muestras	Pág. 7
Procesamiento de las muestras	Pág. 8
Análisis estadístico	Pág. 10
Resultados	Pág. 11
Ensayo 1: incendio de carácter Leve	Pág. 11
Número de semillas totales	Pág. 11
Número de semillas Promedio	Pág. 13
Presencia relativa del número de semillas	Pág. 15
Porcentaje de Viabilidad	Pág. 16
Porcentaje de Germinación	Pág. 18
Ensayo 2: incendio de carácter Intenso	Pág. 19
Número de semillas totales	Pág. 19
Número de semillas Promedio	Pág. 21
Presencia relativa del número de semillas	Pág. 22
Porcentaje de Viabilidad	Pág. 23
Porcentaje de Germinación	Pág. 23
Discusión	Pág. 25
Conclusiones	Pág. 29
Referencia bibliográficas	Pág. 30
Apéndices	Pág. 33

RESUMEN

El presente trabajo evaluó el efecto de un incendio accidental sobre el banco de semillas de una pradera anual de clima mediterráneo, ubicada en la Estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile, en Rinconada de Maipú, Región Metropolitana.

Se realizaron dos ensayos, diferenciados principalmente por la intensidad del incendio. El primer ensayo correspondió a un incendio de tipo intenso y el segundo a uno de tipo leve. Se recogieron muestras de mantillo y de suelo con una profundidad de 5 cm y se identificaron las semillas pertenecientes a las principales familias de valor forrajero presentes en la pradera en estudio (Poáceas y Geraniáceas) y a la conformación de un tercer grupo denominado Otros. Dentro de las Poáceas se identificaron los géneros *Bromus*, *Avena*, *Hordeum* y *Vulpia*.

En el incendio leve se observó que las semillas de Poáceas presentes en el mantillo, mostraron un descenso en su germinación y viabilidad. En el caso de las Geraniáceas, si bien no disponen de una gran producción de semillas como las Poáceas, estas poseen una testa dura que las protege ante perturbaciones como las altas temperaturas experimentadas en la superficie. A 5 cm de profundidad del suelo, no se observaron efectos significativos de un incendio leve sobre la germinación y viabilidad de semillas de Poáceas o Geraniáceas, sin embargo se apreció una tendencia de que a ciertos niveles de profundidad, son las Poáceas las que germinan más después de un incendio, en comparación a las Geraniáceas.

Por otra parte, el incendio de tipo intenso provocó casi una total destrucción de las semillas de Poáceas en la superficie, donde prácticamente las pocas semillas existentes de esta familia no mostraron viabilidad, mientras que en las semillas de Geraniáceas se observaron bajos valores de germinación y viabilidad. En este ensayo fue característica la mayor proporción de semillas pertenecientes al grupo Otros, tanto en el mantillo como a 5 cm de profundidad, lo que indicó que previo al incendio la pradera mostraba signos de degradación por una baja proporción de semillas de valor forrajero en el banco, probablemente por un mal manejo histórico.

Los efectos de un incendio sobre un banco de semillas, son determinados tanto por su intensidad como por la profundidad en la que se encuentran las semillas.

Palabras clave: efecto, fuego, terófitas, mantillo, profundidad de suelo.

ABSTRACT

The study evaluated the effect of an accidental fire on a bank seed of a mediterranean grassland, located in the Agronomical Experimental Station, in Rinconada de Maipú, Region Metropolitana.

Two assays were performed, differentiated principally by the fire intensity. First assay was classified as a intense fire and the second assay as a light intensity fire. Samples of mulch and soil of 5 cm depth were recollected. From these samples, we identified the seeds of the families Poaceae and Geranaciaeae, and a third group named Others. The family Poaceae was conformed in this study by the genres *Bromus*, *Avena*, *Hordeum* and *Vulpia*.

In the light intensity fire, we observed that Poaceae's seeds from the mulch showed a descent in the germination and viability, however there was a high number of seeds in burned and unburned places. Geranaciaeae's seeds have a tegumentary dormancy that protects the seed against disturbances like high soil temperatures during a fire.

5 cm depth, light fire significatives effects weren't observe on germination and viability of Poaceae and Geraniaceae; however there was a tendency in certain depth levels, the seeds of Poaceae showed better germination after fire, compared to Geraniaceae.

In other side, intense fire caused a total destruction of Poaceae's seeds in the surface, while Geraniaceae showed low values of germination and viability. In this assay, there was a high proportion of Other seeds in the mulch and in 5cm depth, which indicated a before fire, the grassland was degradated, principally by a low presence of seeds of species with forage value in the bank, probably by a incorrect use.

The fire effects on a seed bank were determinated by the fire intensity and the depth at which the seeds are located.

Key words: effect, fire, therophytes, mulch, soil depth.

INTRODUCCIÓN

La pradera de clima mediterráneo está compuesta principalmente por especies terófitas, tanto naturales como naturalizadas (Olivares y Johnston, 2001). La composición botánica de este tipo de pradera está determinada entre otros, por agentes ambientales tales como el clima, estación del año y el manejo. Estos inciden en el ciclo completo de una especie o planta en particular. Uno de los elementos fundamentales sobre el que actúan los factores mencionados, y que determinan la dinámica y composición de una pradera, en un período determinado, es el banco de semillas (Esque *et al.*, 2010; De Souza y Pérez, 2006; Figueroa y Jaksic, 2004; Olivares y Johnston, 2001).

Figueroa y Jaksic (2004), definen el banco de semillas como “la concentración de propágulos viables enterrados en el suelo por períodos variables de tiempo”. Esta reserva será el reflejo y a la vez una respuesta a las condiciones ecológicas previas y de la temporada, además de determinar la composición futura de la comunidad de plantas establecidas.

El banco de semillas se encuentra en un equilibrio dinámico, donde se expresan entradas y salidas al complejo. Las entradas se producen debido, fundamentalmente, a la resiembra de las especies presentes en un momento dado, y a distintos agentes de dispersión, aportando material reproductivo a la reserva ya existente (Olivares y Johnston, 2001; Contreras, 1993). Por otro lado, las salidas provenientes del banco de semillas se deben principalmente a condiciones climáticas, expresadas como condiciones que desencadenan los procesos germinativos, además de pérdidas determinadas por predación, muerte y senescencia de las semillas (Johnston *et al.*, 1998), lo que da una dinámica posterior a la resiembra e influye en el nuevo ciclo de crecimiento de la pradera.

Estas relaciones entre los factores perturbadores, tanto de salidas como de entradas del banco de semillas, han sido objeto de un exhaustivo estudio para determinar la dinámica, riqueza y funcionalidad de un banco de semillas, refiriéndose principalmente a agentes como el manejo de los sistemas productivos y conservación de ecosistemas (García *et al.*, 2007). Sin embargo, en Chile, existe un factor que podría ser de importancia y que tiene muy alta ocurrencia, sobretodo en la época estival, el cual corresponde a los incendios. Este factor ha sido poco estudiado, en lo que se refiere a la relación con el banco de semillas de especies terófitas y de interés productivo en los sistemas ganaderos.

Según De Torres *et al* (2008) “*los incendios resultan de una compleja interacción entre condiciones ambientales y fuentes de ignición*”. Son fenómenos de gran impacto ecológico, que promueven profundos cambios tanto en los paisajes como en la estructura de las comunidades. Sin embargo, cuando un incendio se origina por un efecto antrópico, el equilibrio evolutivo se perturba causando, en la mayoría de los casos, una degradación del ecosistema (Valdés, 2007).

En la zona central de Chile, los incendios son causados casi exclusivamente por el hombre, ante la casi nula ocurrencia de tormentas eléctricas o erupciones volcánicas, y la época en la que se generan mayores focos, es cuando se dan las condiciones más favorables para su ocurrencia: la temporada estival.

Frente a esta importante fuente de perturbación, las especies han desarrollado distintas estrategias como mecanismos de regeneración ante un incendio (González y Ghermandi, 2007; Segura *et al.*, 1997). En el caso de especies perennes, los mecanismos son básicamente dos: rebrote y establecimiento de plántulas (González y Ghermandi, 2007; Miller, 2000; Segura *et al.*, 1997).

Las especies anuales se recuperan de un incendio basándose en la riqueza del banco de semillas, sobre el cual el fuego puede estimular la germinación de estas semillas indirectamente, a través de un efecto de la temperatura sobre el rompimiento de la dormancia. Esto solamente es posible, siempre y cuando la viabilidad de la semilla no se afecte, por lo cual la reserva de propágulos juega un papel muy importante en la regeneración y la diversidad post-incendio de una pradera, en especial las semillas enterradas a cierta profundidad (González y Ghermandi, 2007).

Además, la respuesta post-fuego de la vegetación depende en gran medida de la severidad de quemado, el cual es un indicador de la magnitud del daño producido por el fuego sobre la vegetación u otros componentes del ecosistema. Lo anterior está relacionado directamente con la intensidad del fuego, que es la magnitud del calor producido, y de las características propias de los distintos componentes biofísicos preexistentes (Bran *et al.*, 2007).

Según los elementos ya expuestos, el presente trabajo tiene por propósito evaluar el efecto de un incendio sobre el banco de semillas, ocurrido en una pradera anual de clima mediterráneo.

HIPOTESIS DE TRABAJO

Hipótesis 1: Un incendio intenso, destruye las semillas de especies de valor forrajero presentes en el mantillo. En cambio, a 5 cm de profundidad, disminuye la viabilidad de las semillas de especies de Poáceas y estimula los procesos germinativos de especies geraniáceas de valor forrajero.

Hipótesis 2: Un incendio leve produce una disminución en la viabilidad y germinación de semillas de especies de Poáceas en el mantillo, y estimula los procesos germinativos de especies geraniáceas de valor forrajero. En cambio, a 5 cm de profundidad, no hay efecto sobre los dos grupos de especies.

OBJETIVO ESPECIFICO

Medir el efecto de un incendio de nivel intenso y leve sobre las características del banco de semillas (viabilidad, porcentaje de germinación y composición), de las especies de valor forrajero presentes en el mantillo y a 5 cm de profundidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Forrajes, perteneciente al Departamento de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. La recolección de las muestras se efectuó en la Estación Experimental Agronómica perteneciente a la misma Facultad, ubicada en Rinconada de Maipú (33°29' S; 70°50' O; 470 m.s.n.m.).

El clima predominante en la región, es mediterráneo semiárido. La precipitación promedio anual fue de 98 mm¹, con una distribución concentrada entre los meses de mayo y agosto. La temperatura media anual es de 13,6 °C, siendo Julio el mes más frío (4,4 °C) y Enero el mes más caluroso (28,2 °C) (Santibáñez y Uribe, 1990).

En la zona, predominan dos estratos: arbóreo, dominado por espino (*Acacia caven*) y herbáceo, constituido por especies terófitas naturalizadas pertenecientes a los géneros *Avena*, *Bromus*, *Erodium*, *Hordeum*, *Medicago*, *Trifolium*, y *Vulpia* (Olivares *et al.*, 1982).

Materiales

- Bolsas de polietileno
- Placas petri
- Cámara de germinación
- Balanza electrónica
- Lupa electrónica
- Harneros para tamizado
- Trifenil tetrazolio 0,5%

¹Recopilación de datos del periodo 1991-2011. Comunicación personal. Académico Luis Piña M., Departamento de Producción Animal.

Métodos

Recolección de muestras

Esta se realizó en marzo de 2010, en un área contigua a la superficie destinada para el Programa de Rumiantes Menores y Pastizales de Secano, lugar que sufrió un incendio accidental durante el mes de febrero del mismo año.

En el área de estudio, se identificaron niveles de incendio leve e intenso. La intensidad del incendio fue definida en base al estudio de Segura *et al.* (1998), quien señala que un incendio intenso corresponde a cuando prácticamente toda la biomasa sobre el suelo es consumida y sólo queda un remanente de cenizas. En cambio, en un incendio de carácter leve, la biomasa en la superficie es quemada parcialmente (hojas o pequeñas ramillas), y persisten plantas completas y sin daño.

En cada tipo de incendio, se seleccionaron los sectores más representativos y homogéneos, para definir una zona no quemada y una afectada por el fuego. En cada sector se extrajeron al azar, 10 muestras de mantillo y 10 muestras de suelo, de 10x10 cm. Se estableció que las muestras de suelo tuvieran una profundidad de 5 cm, debido a que el mayor porcentaje de semillas está presente en dicho perfil (Johnston *et al.*, 1998; González y Ghermandi, 2007; Valbuena y Trabaud, 2001). Tanto la muestra de mantillo como la de 5 cm corresponden a la misma línea vertical de perfil. Por lo tanto, las dimensiones corresponden a 10 cm² de Mantillo y 500 cm³ de suelo (5cm de profundidad).

Las muestras fueron colocadas en bolsas negras de polietileno, e identificadas por el tipo de incendio y sector a la cual correspondían. Posteriormente fueron llevadas a laboratorio para proseguir con el estudio.

El experimento se dividió en dos ensayos, diferenciándose cada uno de estos según la intensidad del incendio. La razón fundamental de esta separación, es debido a que dentro de cada área incendiada, existía una casi completa dominancia de un determinado nivel de incendio, lo que impedía realizar una separación de niveles de perturbación, dentro de un mismo sector. Además, las dos áreas afectadas habían sido sometidas a diferentes manejos históricos y por ello se consideró que poseen bancos de semillas diferentes, por lo que no es válido realizar una comparación al mismo nivel entre los dos sectores.

Los tratamientos a evaluar en cada ensayo fueron los siguientes:

Ensayo 1 (incendio leve):

- tratamiento 1: mantillo no quemado
- tratamiento 2: mantillo quemado
- tratamiento 3: 5 cm no quemado
- tratamiento 4: 5 cm quemado

Ensayo 2 (incendio intenso):

- tratamiento 1: mantillo no quemado
- tratamiento 2: mantillo quemado
- tratamiento 3: 5 cm no quemado
- tratamiento 4: 5 cm quemado

Procesamiento de las muestras

Se trabajó con cada muestra, tanto de mantillo como de 5cm quemado y no quemado, comenzando con una separación de las semillas de la fracción de suelo utilizando harneros con números de cribas entre 1,25 y 33,5 mm, lo que permitió eliminar restos de ramillas, fecas de animales, entre otros objetos. Con la ayuda de una lupa electrónica se separaron e identificaron las semillas de las principales familias de valor forrajero dominantes en la Estación Experimental: Poáceas y Geraniáceas.

La identificación se realizó comparando las semillas obtenidas con un muestrario existente en el Laboratorio de Forrajes de la Facultad. El sustrato de suelo separado de cada muestra fue llevado a cámara de germinación, con el propósito de identificar el material que quedó sin reconocer después de la primera separación. Una vez emergidas las plántulas, se realizó una comparación con un herbario digital de los primeros estadios de las especies de la pradera anual de clima mediterráneo².

A las dos familias de valor forrajero se sumó un tercer grupo llamado Otros, el cual incluyó semillas que no fueron identificadas como Poáceas o Geraniáceas, con el objeto de formar el banco de semillas total existente en el lugar. La confección de estos tres grupos permitió estimar de manera más general el efecto que produce un incendio accidental.

²Comunicación personal. Académico Luis Piña M., Departamento de Producción Animal.

Posteriormente se procedió a identificar y separar los géneros de cada familia de valor forrajero. La familia de Geraniáceas incluyó semillas de especies del género *Erodium* y las Poáceas consideraron los géneros *Bromus*, *Hordeum*, *Vulpia* y *Avena*. De esta manera fue posible determinar si existe alguna respuesta diferencial en el comportamiento como familia o género, frente a un incendio.

A continuación, se contabilizó el número total de semillas por género y se agruparon según la familia a la cual corresponda. De esta manera se estableció la proporción de cada familia y género en el banco.

Previo a la prueba de germinación, se eliminaron las cubiertas anexas de las semillas de los géneros *Hordeum*, *Vulpia*, *Avena* y *Bromus*, para permitir la imbibición completa de las semillas y no entorpecer la germinación. Las semillas del género *Erodium* no fueron escarificadas manualmente previo a realizar la prueba de germinación, para poder afirmar de manera más precisa si la acción mecánica del fuego o la temperatura serían agentes escarificadores de mayor influencia en estas semillas.

Cada una de las muestras de semillas separadas por géneros fueron llevadas a cámara de germinación, en la cual se reguló la temperatura a 15° durante 15 días, conforme a los trabajos realizados por Johnston *et al.* (1989), y a las pautas entregadas por el Manual de Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas (ISTA, 1996). Esto permitió determinar la cantidad de semillas germinadas por género y por muestra, y en su defecto agrupar los géneros en las familias correspondientes, generando así un número de semillas germinadas por familia.

Para estimar la cantidad de semillas que no germinaron, pero que conservan un potencial de germinación, se realizó el test bioquímico de viabilidad, mediante el Test de Tetrazolio (ISTA, 1996). En esta prueba, las semillas del género *Erodium* fueron escarificadas usando una aguja entomológica, para facilitar la entrada de agua.

Dentro del total de semillas viables, se consideró tanto a las semillas germinadas como también a las que manifestaron actividad metabólica mediante el test bioquímico.

Análisis estadístico

Las variables medidas en el presente trabajo, para cada ensayo, fueron:

- Número de semillas totales: esta variable tomó en consideración un análisis descriptivo de la suma de todas las muestras de cada tratamiento y se analizó por familia en semillas totales, viables y germinadas.
- Número de semillas promedio: en este caso se analizó tanto por familia como por género, el promedio del número de semillas de las diez muestras por tratamiento.
- Proporción: se consideró como el porcentaje de semillas de cada familia o género dentro un tratamiento, ej. la proporción de semillas de *Hordeum* en el mantillo quemado del ensayo leve.
- Viabilidad: El porcentaje de viabilidad fue calculado como la relación del número total de semillas viables de cada género con el total de semillas de cada muestra, multiplicado por cien.
- Porcentaje de germinación: para esta variable se consideraron las semillas germinadas en relación al número total de semillas de cada género. Este porcentaje se corrigió en base a una ponderación de las semillas germinadas en relación al total de semillas viables de cada género.

En cada ensayo, se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con estructura factorial 2 x 2, con 10 repeticiones por tratamiento. El primer factor fue la perturbación, con dos niveles: quemado y no quemado; el segundo factor fue la profundidad: mantillo y 5 cm. La unidad experimental correspondió a cada muestra de cada tratamiento (muestra de mantillo o de suelo).

Previo a realizar el análisis estadístico, se verificó si los datos cumplían con una distribución normal, situación que no se presentó en ninguno de los dos ensayos, por lo que se recurrió a la transformación angular de los datos según el método de Bliss. Pese a estas transformaciones, los datos seguían sin cumplir una distribución normal lo que obligó al uso de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Cuando se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, se realizaron comparaciones de medias utilizando el Test de Mann-Whitney.

En las variables de Número de semillas totales y Número de semillas promedio, en algunas muestras no se encontraron semillas, por lo que el valor asignado para tal caso es de 0. Sin embargo, este valor 0 en el número de semillas causó que en las variables de Porcentaje de Viabilidad y Porcentaje de Germinación, se observaran casos en que no existieron valores, por lo que el análisis estadístico de los datos, se aplicó sólo a los tratamientos que no presentaron una ausencia de más del 50% de los datos.

RESULTADOS

Ensayo 1: Incendio de carácter Leve

Número de semillas totales

En primer lugar, se presenta una descripción de la situación previa y la situación inmediatamente posterior a un incendio accidental, considerando el total de semillas de cada familia presente tanto en el mantillo como a 5 cm de profundidad.

En el mantillo no quemado, el número total de semillas fue de 1.953. De este total, se contabilizaron 1.101 Poáceas, 788 Geraniáceas y 64 semillas consideradas como Otros (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número total de semillas (NT), viables (V), germinadas (G) de cada familia presente en el mantillo con o sin el efecto de un incendio leve.

	No quemado			Quemado		
	NT	V	G	NT	V	G
Poáceas	1.101	546	528	1.938	694	375
Geraniáceas	788	511	432	296	171	120
Otros	64	34	30	152	51	38
Total	1.953	1.091	990	2.386	916	533

Si bien en esta situación se encontraron más semillas de Poáceas que de Geraniáceas, la primera familia presentó sólo un 50% de semillas viables con respecto al total (Figura 1), mientras que las Geraniáceas registraron una proporción de semillas viables de un 65%. Sin embargo, casi la totalidad de las semillas viables de Poáceas correspondieron a semillas germinadas (97%), en cambio en la familia de las Geraniáceas este valor correspondió a un 85% de las semillas viables.

En el caso del mantillo quemado el valor total fue de 2.386 semillas, de las cuales 1.938 son Poáceas, 296 son Geraniáceas y 152 semillas de Otros (Cuadro 1). Pese a esta diferencia en la cantidad de semillas entre estas dos familias de valor forrajero, son las Geraniáceas las que poseen una mayor proporción de semillas viables en relación al número total (57%), en comparación a las Poáceas (36%). Lo mismo ocurrió en cuanto a la cantidad de semillas germinadas en relación a las viables, donde las Geraniáceas presentaron una proporción de 70% y las Poáceas solo un 54% (Figura 1).

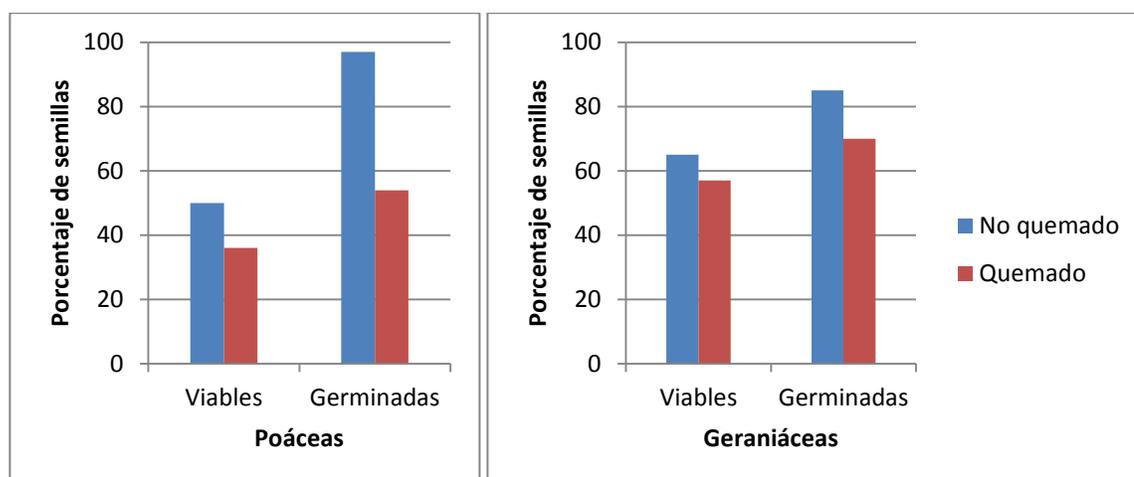


Figura 1. Porcentaje de semillas viables y germinadas de cada familia en 100 cm² de mantillo con o sin el efecto de un incendio leve.

Comparando las dos situaciones, cabe destacar que se contabilizaron menos semillas en el mantillo no quemado que en el quemado. En cuanto a las familias, la observación más relevante es que las Poáceas sufren mayores pérdidas en cuanto a proporción de semillas viables y germinadas, experimentando una caída de un 14 y un 43%, respectivamente, en cambio, la familia de las Geraniáceas sólo presenta una disminución de un 8 y un 15% en los mismos puntos.

A una profundidad de 5 cm (500 cm³ de suelo), se contabilizaron 774 semillas para una situación no quemada. De estas la familia con más semillas es la de las Poáceas (439), seguido por las Geraniáceas (304) y por último el grupo de Otros (31). En cuanto a las Poáceas, éstas poseen una mayor proporción tanto de semillas viables como de germinadas, en comparación a las Geraniáceas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número total de semillas (NT), viables (V) y germinadas (G) encontradas a 5cm de profundidad luego de un incendio leve.

	No quemado			Quemado		
	NT	V	G	NT	V	G
Poáceas	439	310	303	415	247	198
Geraniáceas	304	142	98	198	135	70
Otros	31	21	20	26	26	26
Total	774	473	421	639	408	294

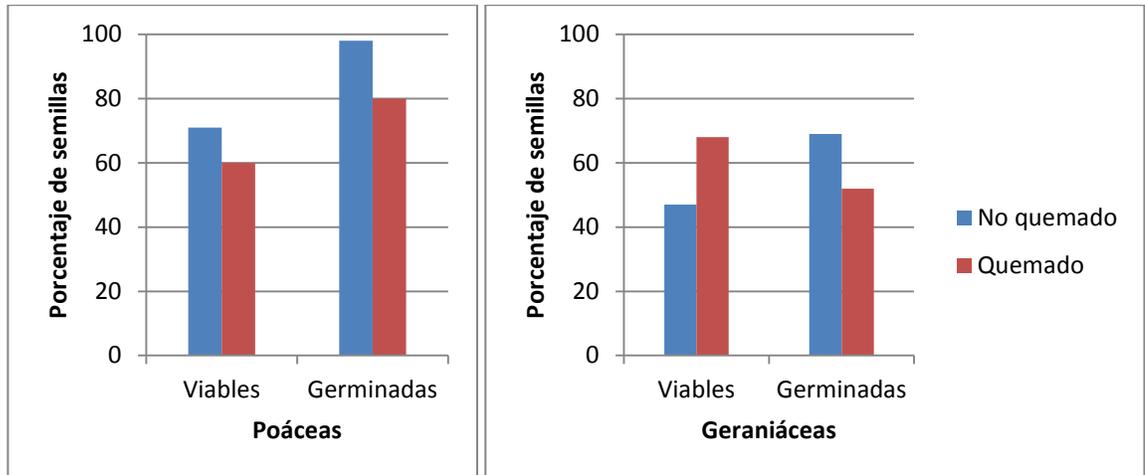


Figura 2. Porcentaje de semillas viables y germinadas de cada familia en 500 cm³ de suelo con o sin el efecto de un incendio leve.

En una situación de 5 cm afectado por el incendio, se contabilizaron 639 semillas, de las cuales nuevamente las Poáceas fueron las más numerosas (415), seguidas por las Geraniáceas (198). Las Poáceas presentaron una menor proporción de semillas viables que las Geraniáceas, sin embargo de estas semillas un 80% corresponden a material germinado, valor que es mayor al 52% registrado para la segunda familia (Figura 2).

En el caso de las Poáceas se observó una disminución tanto del número y proporción de semillas viables como de germinadas, desde los 5cm no quemado a uno quemado. Esta diferencia fue de un 11% y 18%, respectivamente.

Número de semillas promedio

Esta variable se analizó en base al promedio de las diez muestras de semillas de cada tratamiento, aproximándose en caso de decimales, al entero mayor

En el mantillo, en la familia de las Geraniáceas se observó una disminución significativa entre los números de semillas de una situación no quemada y una quemada, donde los valores promedio fueron de 79 y 30 semillas, respectivamente. En el caso de las Poáceas y el grupo Otros, no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número promedio de semillas por familia en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo en un pastizal afectado por un incendio leve.

	Mantillo		5 cm	
	No quemado	Quemado	No quemado	Quemado
Geraniáceas	79 a ¹	30 b	30 a ²	20 a
Poáceas	42 a	59 a	26 a	12 a
Otros	6 a	15 a	3 a	3 a

¹ Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones (quemado o no quemado), mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

² Letras distintas dentro de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

A 5cm de profundidad, no existen diferencias significativas entre una situación no quemada y quemada para ninguno de los tres grupos en estudio.

En este estudio, la familia de las Poáceas está constituida por cuatro géneros, por lo que fue preciso determinar sobre cuáles de estos el incendio ejerce efectos de importancia, que no se hayan apreciado a un nivel general. En el mantillo, el género *Vulpia* presentó más semillas en una situación no quemada. En cambio, en el resto de géneros (*Bromus*, *Hordeum* y *Avena*), los valores son significativamente mayores en la situación quemada (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número promedio de semillas por Género de Poáceas en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo en un pastizal afectado por un incendio leve.

	Mantillo		5 cm	
	No quemado	Quemado	No quemado	Quemado
<i>Bromus</i>	2 a ¹	116 b	0 a ²	16 b
<i>Hordeum</i>	24 a	46 b	4 a	5 a
<i>Vulpia</i>	83 a	41 b	40 a	18 b
<i>Avena</i>	1 a	31 b	0 a	2 b

¹ Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

² Letras distintas dentro de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

A 5 cm de profundidad, se observaron diferencias significativas en el género *Vulpia*, presentando más semillas en promedio en una situación no quemada.

Cabe destacar que en los géneros de *Bromus* y *Avena*, los valores de número promedio de semillas tanto en el mantillo no quemado como en los 5cm no quemado, son casi o prácticamente cero, mientras que algunas situaciones de quemado presentan valores significativamente superiores, como en el mantillo quemado de *Bromus*.

Presencia relativa del número de semillas a nivel de familia y género

En cuanto a la familia de las Geraniáceas, se observó una mayor proporción de semillas en el mantillo no quemado (40,6%) (Cuadro 5). En cambio, para la familia de las Poáceas, la relación es inversa en comparación a las Geraniáceas, es decir, existe una mayor proporción de semillas en el mantillo quemado.

Cuadro 5. Proporción (%) en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo luego de un incendio leve.

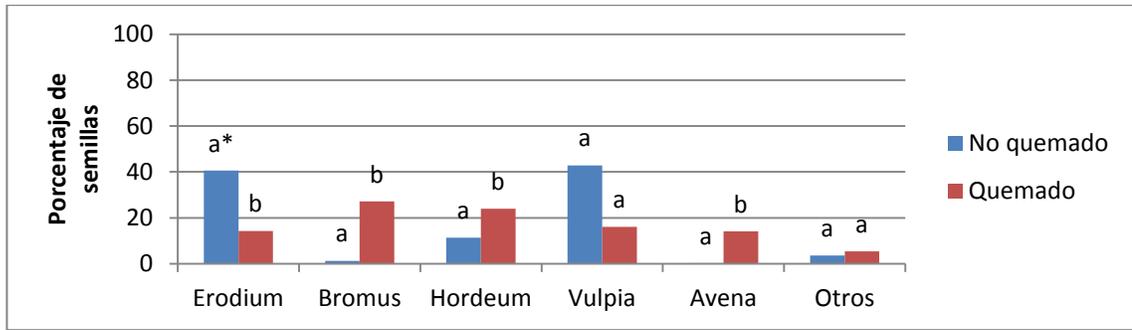
	Mantillo		5 cm	
	No quemado	Quemado	No quemado	Quemado
Geraniáceas	40,6 a ¹	14,3 b	54,8 a ²	35,1 a
Poáceas	55,7 a	80,3 b	42,2 a	61,8 a
Otros	3,6 a	5,4 b	3 a	3 a

¹ Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

² Letras distintas dentro de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

Por otra parte, a 5cm de profundidad, no se observaron diferencias significativas en la proporción de las familias entre un banco de semillas no quemado y quemado.

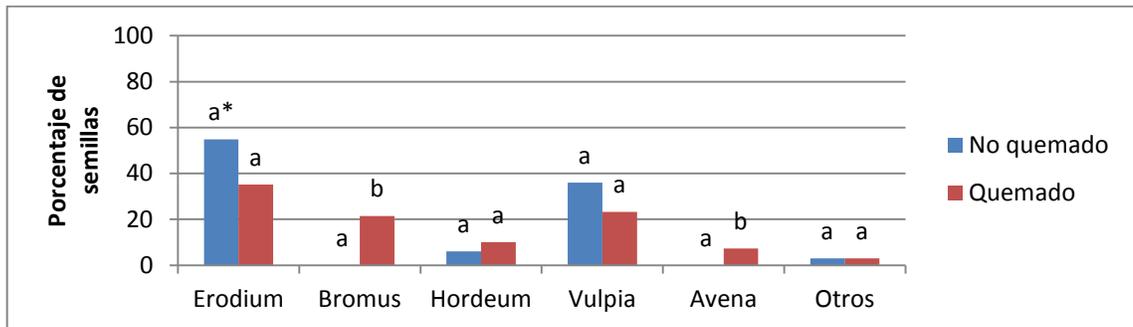
En cuanto a la proporción de los géneros de valor forrajero en el mantillo, en una situación no quemada existe una marcada dominancia de *Erodium* (40,6%) y *Vulpia* (42,9%) (Figura 3). En cambio, en una situación después de un incendio, se observó que *Bromus* (27,1%) y *Hordeum* (23,9%) en promedio son los géneros de mayor proporción en el banco de semillas, sin embargo esta diferencia no es tan marcada como la experimentada en el primer caso.



*Letras corresponden a la comparación de medias por el Método de Mann-Whitney

Figura 3. Proporción (%) de cada género de valor forrajero en 100 cm² de mantillo no quemado y luego de un incendio leve.

Por otra parte, a 5 cm de profundidad (Figura 4), se puede observar que los géneros *Erodium* (54,8%) y *Vulpia* (36%) son los de mayor presencia en una situación no quemada, al igual que lo graficado en la Figura 3. En el caso de una situación de quemado los géneros *Erodium* (35,1%), *Vulpia* (23,2%) y *Bromus* (21,4%), son los de mayor presencia dentro del banco de semillas, situación similar a lo ocurrido en el mantillo quemado de la Figura 3, en la que las dominancias de estas especies no es tan marcada.



*Letras corresponden a la comparación de medias por el Método de Mann-Whitney

Figura 4. Proporción (%) de cada género de valor forrajero en 500 cm³ de suelo no quemado y luego de un incendio leve.

No se registraron diferencias significativas en proporción en el banco de semillas de especies consideradas en el grupo Otros, ni en el mantillo, ni en los 5cm.

Porcentaje de viabilidad

No se observaron diferencias significativas entre una situación no quemada y una quemada de una misma familia, tanto para el mantillo como a 5cm de profundidad (Cuadro 6).

Cabe destacar que la familia de las Poáceas registró una diferencia de 14,7% entre la viabilidad de un mantillo con perturbación (20,4%) y uno no quemado (35,1%), en cambio en las Geraniáceas se observó una diferencia de un 10,9%.

Cuadro 6. Porcentaje de Viabilidad promedio (PV) y número promedio de semillas viables (NV) en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo luego de un incendio leve.

	Mantillo				5 cm			
	No quemado		Quemado		No quemado		Quemado	
	PV	NV	PV	NV	PV	NV	PV	NV
Geraniáceas	60,1 a ¹	51	49,2 a	19	50,4 a ²	14	70,2 a	15
Poáceas	35,1 a	26	20,4 a	22	49,8 a	24	35,4 a	11
Otros	49,9 a	4	16,8 a	17	63,5 a	4	100 a	7

¹ Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

² Letras distintas dentro de los primeros 5cm de suelo, indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

En cuanto a los géneros de valor forrajero pertenecientes a la familia de las Poáceas (Cuadro 7), *Vulpia* fue el único que presentó diferencias significativas en el porcentaje de viabilidad en el mantillo, donde los mayores valores corresponden a una situación de no quemado. En cambio, a 5 cm de profundidad la viabilidad de las semillas del mismo género no presentó diferencias significativas, no obstante la tendencia fue parecida a la observada en el mantillo.

Cuadro 7. Porcentaje de viabilidad promedio (PV) y número promedio de semillas viables (NV) por género de Poáceas, en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo luego de un incendio leve.

	Mantillo				5 cm			
	No quemado		Quemado		No quemado		Quemado	
	PV	NV	PV	NV	PV	NV	PV	NV
<i>Bromus</i>	26,1	5	25	59	-	0	37,9	22
<i>Hordeum</i>	34,3 a ¹	10	16,3 a	9	46,5 a ²	3	24,8 a	3
<i>Vulpia</i>	46,5 a	45	14,7 b	12	53,2 a	42	49,1 a	15
<i>Avena</i>	33,3	3	25,4	8	-	0	29,8	3

¹ Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

² Letras distintas de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

Porcentaje de germinación

En el caso de las Geraniáceas, tanto en el mantillo como en los 5 cm, no se observaron diferencias significativas. No obstante a ello, el porcentaje de germinación presenta una tendencia a disminuir en las situaciones quemadas con respecto a las no quemadas, por ejemplo en el mantillo, donde los valores para el no quemado fueron de 82,5% de germinación de semillas, comparado a un 69,2% para una situación de quemado (Cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentaje de germinación (PG) y número de semillas germinadas (NG) en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo luego de un incendio Leve.

	Mantillo				5 cm			
	No quemado		Quemado		No quemado		Quemado	
	PG	NG	PG	NG	PG	NG	PG	NG
Geraniáceas	82,5 a ¹	43	69,2 a	13	74,1 a ²	10	52,6 a	8
Poáceas	94,9 a	25	56,4 b	13	86,7 a	25	71,9 a	10
Otros	76,5 a	4	66,6 a	19	80 a	5	100 a	7

¹Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

²Letras distintas de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

En la familia de Poáceas, se encontraron diferencias significativas en el mantillo, presentando un mayor porcentaje de semillas germinadas en una situación no quemada. A 5 cm de profundidad, pese a no registrarse diferencias significativas, se observa la misma tendencia que en el mantillo.

De los géneros pertenecientes a las Poáceas, *Hordeum* fue el único en mostrar diferencias significativas en germinación de las semillas en el mantillo, presentando un mayor valor promedio en la situación de No quemado (97,2%). En los 5cm de profundidad pese a no registrarse diferencias significativas, este género muestra la misma tendencia ocurrida en el mantillo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentaje de germinación (PG) y número de semillas germinadas (NG) por género de Poáceas en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo luego de un incendio leve.

	Mantillo				5 cm			
	No quemado		Quemado		No quemado		Quemado	
	PG	NG	PG	NG	PG	NG	PG	NG
<i>Bromus</i>	93,8	5	53,1	35	-	0	61,7	13
<i>Hordeum</i>	97,2 a ¹	10	59,6 b	5	91,7 a ²	3	75 a	3
<i>Vulpia</i>	92,9 a	44	62,1 a	8	82,5 a	48	76,2 a	16
<i>Avena</i>	100	3	51,2	6	-	0	66,7	4

¹ Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

² Letras distintas de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

Ensayo 2: Incendio de carácter Intenso

Número de semillas totales

En el mantillo no quemado, el número total de semillas fue de 420, de las cuales 153 son de la familia de las Poáceas, 73 de Geraniáceas y 194 del grupo Otros (Cuadro 10). En la familia de las Geraniáceas, un 43% de las semillas presentaban viabilidad y un 48% de estas germinaron efectivamente, mientras que en las Poáceas los valores fueron de 31 y 43%, respectivamente (Figura 5).

Por otra parte, en el mantillo quemado el total de semillas fue de 548, de estas casi el total correspondieron a semillas de Poáceas (468), 24 de Geraniáceas y 56 de Otros (Cuadro 10). En esta situación, prácticamente todas las semillas de Poáceas no fueron viables y por ende no se registró ninguna germinada. En cambio, en la familia de las Geraniáceas el número de semillas viables y germinadas fue bastante bajo, no obstante el impacto del incendio en comparación a las Poáceas fue menor. Lo anteriores el reflejo de la diferencia más clara entre un mantillo no quemado y uno afectado por el incendio intenso (Figura 5).

Cuadro 10. Número total de semillas (NT), viables (V), germinadas (G) de cada familia presente en el mantillo con o sin el efecto de un incendio intenso.

	No quemado			Quemado		
	NT	V	G	NT	V	G
Poáceas	153	47	20	468	0	0
Geraniáceas	73	31	15	24	6	5
Otros	194	68	7	56	4	2
Total	420			548		

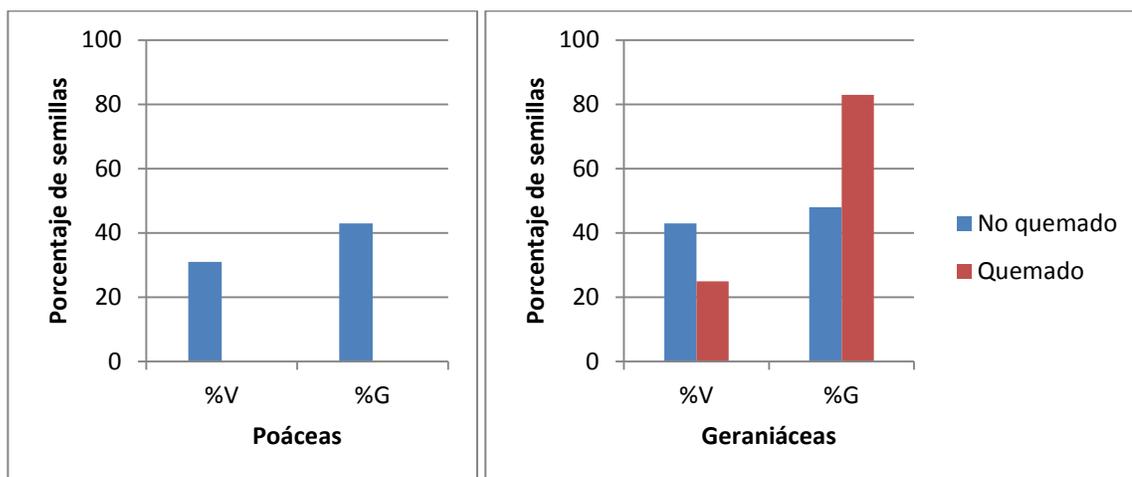


Figura 5. Porcentaje de semillas viables (%V) y germinadas (%G) de cada familia en 100 cm² de mantillo con o sin el efecto de un incendio Intenso.

A 5 cm de profundidad, en una situación no quemada el número total de semillas fue de 666. De éstas, la mayoría corresponden al grupo Otros (537), seguido por 101 semillas de la familia de Poáceas y 28 de las Geraniáceas (Cuadro 11). Por otro lado, en una situación de 5 cm afectado por el incendio, el total de semillas fue de 311, de las cuales el grupo Otros registró un mayor número.

Cuadro 11. Número total de semillas (NT), viables (V) y germinadas (G) encontradas a 5cm de profundidad luego de un incendio intenso.

	No quemado			Quemado		
	NT	V	G	NT	V	G
Poáceas	101	71	65	34	4	4
Geraniáceas	28	20	6	17	2	2
Otros	537	367	263	260	56	12
Total	666			311		

En la Figura 6, se observa que los porcentajes de semillas viables de las dos familias de valor forrajero en los 5 cm de profundidad afectados por el incendio, son notoriamente menores en comparación a la situación no quemada.

En cuanto a las semillas germinadas, se aprecia que en las Poáceas, se presentó un 100% de germinación en los 5 cm quemados, sin embargo esto representa a un número bajo de semillas (Cuadro 11), el cual es bastante menor al registrado para la misma familia en una situación no quemada.

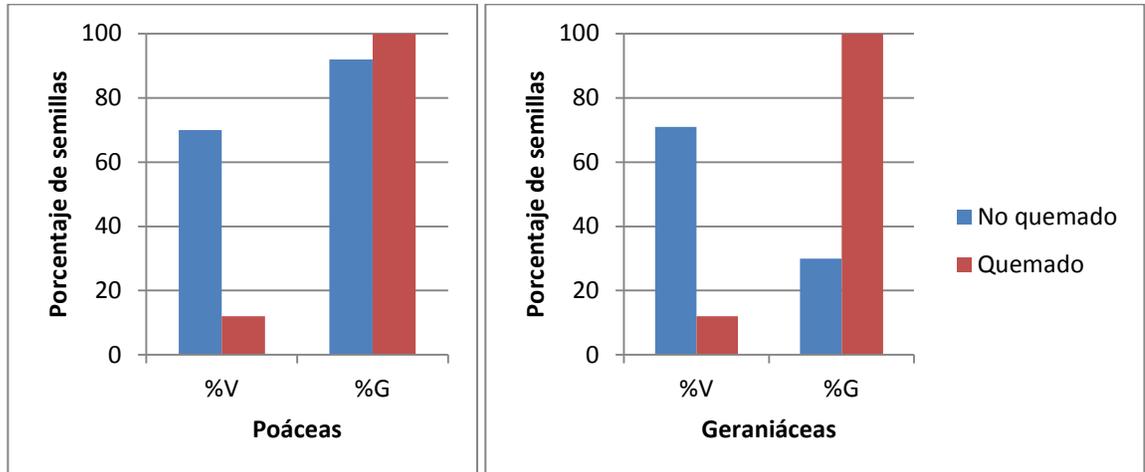


Figura 6. Porcentaje de semillas viables (%V) y germinadas (%G) de cada familia en 500 cm³ de suelo con o sin el efecto de un incendio intenso.

Número de semillas promedio

Se observó plenamente la pobreza del banco de semillas, ya que de acuerdo a su composición, se aprecia un alto número de semillas promedio correspondiente al grupo Otros, además de una baja densidad de semillas de los géneros de valor forrajero en estudio (cuadro 12).

Cuadro 12. Número de semillas promedio por género, en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo luego de un incendio intenso.

	Mantillo		5 cm	
	No quemado	Quemado	No quemado	Quemado
<i>Erodium</i>	7	2	3	2
<i>Bromus</i>	0	2	0	0
<i>Hordeum</i>	1	0	0	0
<i>Vulpia</i>	14	0	10	0
<i>Avena</i>	0	45	0	3
Otros	19 a ¹	6 a	54 a ²	26 a

¹Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

²Letras distintas dentro de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

Presencia relativa del número de semillas a nivel de familia y género

En el mantillo, se registraron diferencias significativas en las Poáceas y en Otros. Los valores para la primera familia indican que en un mantillo quemado (89,2%), se observó una mayor proporción de semillas de Poáceas que en una situación no afectada por el incendio (44,9%). En el grupo de Otros, la mayor proporción de semillas fue registrada en una situación no quemada (33,8%) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Proporción (%) en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo luego de un incendio intenso.

	Mantillo		5 cm	
	No quemado	Quemado	No quemado	Quemado
Geraniáceas	21,3 a ¹	2,1 a	7 a ²	4 a
Poáceas	44,9 b	89,2 a	26,2 a	13 a
Otros	33,8 b	8,7 a	66,7 a	83 a

¹Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

²Letras distintas dentro de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

En los 5cm de profundidad, y complementando a la información entregada en el Cuadro 11 y 12, el grupo de Otros es el que presentó una mayor proporción con respecto a las demás familias, tanto en la situación de no quemado como en la afectada por el incendio, lo que reafirma la suposición de que los bancos de semillas de las dos situaciones eran notablemente pobres en especies de valor forrajero.

Porcentaje de viabilidad

Para esta variable medida en el ensayo intenso, no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 14). Cabe destacar que en las Poáceas, en el mantillo afectado por el incendio, la viabilidad fue prácticamente nula, pese a encontrarse un alto número de semillas principalmente del género *Avena*.

Se observó una tendencia a 5 cm de profundidad, la cual indica que aunque se aprecien altos porcentajes de viabilidad, estos representan sólo una pequeña cantidad de semillas, tal como se puede apreciar en la situación afectada por el incendio, donde la viabilidad es de un 100%, lo cual representa sólo a 2 semillas en promedio.

Cuadro 14. Porcentaje de viabilidad promedio (PV) y número promedio de semillas viables (NV) en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo luego de un incendio intenso.

	Mantillo				5 cm			
	No quemado		Quemado		No quemado		Quemado	
	PV	NV	PV	NV	PV	NV	PV	NV
Geraniáceas	42,2 a ¹	8	30,9 a	3	48 a ²	7	11,8 a	2
Poáceas	37,9 a	7	-	0	88,5 a	6	100 a	2
Otros	50,8 a	11	36,9 a	1	54,3 a	41	33,3 a	10

¹Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

²Letras distintas dentro de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

Porcentaje de Germinación

Al igual que para el porcentaje de viabilidad, no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de germinación de ninguno de los grupos en estudio (Cuadro 15).

En la familia de las Poáceas, se presentó un escenario similar a la variable de viabilidad, es decir, en el mantillo afectado por el incendio la germinación de semillas fue inexistente.

Cuadro 15. Porcentajes de germinación (PG) y número de semillas germinadas (NG) en 100 cm² de mantillo y en 500 cm³ de suelo luego de un incendio intenso.

	Mantillo				5 cm			
	No quemado		Quemado		No quemado		Quemado	
	PG	NG	PG	NG	PG	NG	PG	NG
Geraniáceas	37,5 a ¹	8	100 a	3	42,9 a ²	3	100 a	2
Poáceas	29,9 a	4	-	0	68,1 a	7	100 a	2
Otros	15,7 a	2	66,7 a	1	61,8 a	38	45,8 a	3

¹Letras distintas dentro del mantillo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

²Letras distintas dentro de los primeros 5cm de suelo indican diferencias significativas entre perturbaciones, mediante comparación de medias por Mann-Whitney ($p < 0.05$)

DISCUSION

Ensayo 1: Incendio de carácter Leve

En primer lugar, se pudo apreciar un comportamiento particular del incendio. A nivel de superficie, se encontraron más semillas en los sectores quemados. Esto podría explicarse en base a que el fuego se desplaza de forma selectiva y se concentra en los lugares donde existe mayor disponibilidad de combustible y donde éste sea más inflamable (Contreras *et al.*, 2011; Navarro *et al.*, 2008; Montenegro *et al.*, 2004), como por ejemplo la materia seca presente en el mantillo. Esta mayor cantidad de combustible está directamente relacionada con una mayor cantidad de plantas previo al incendio, principalmente Poáceas, al observarse una mayor presencia y diseminación de semillas de esta familia, específicamente de los géneros *Avena* y *Bromus*.

En cuanto a los efectos directos del incendio sobre las semillas, se podría establecer que las familias de especies de valor forrajero poseen herramientas para defenderse de esta perturbación, analizando las adaptaciones que han desarrollado a través de la ocurrencia de otros fenómenos de impacto ecológico frecuentes en zonas áridas o semiáridas, como las sequías prolongadas o las falsas partidas (Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006; Cheeson *et al.*, 2004). Las Poáceas se adaptan a estos fenómenos climáticos produciendo una abundante cantidad de semillas, dentro de las cuales existe una proporción de semillas dormantes. De esta manera hay una mayor probabilidad de que quede un número suficiente de semillas viables capaces de germinar cuando se inicie el próximo ciclo pluviométrico o en ciclos posteriores, permitiendo que las semillas pertenecientes a esta familia sean más flexibles ante las pérdidas por mortalidad causadas por el incendio (Harel *et al.*, 2011). Este mecanismo le podría ser útil para recuperarse después del daño provocado por un incendio, tal como se pudo apreciar en un mantillo con perturbación, el cual aún mantenía una disponibilidad de semillas en condiciones de germinar, pese a registrar un 48% menos de semillas germinadas en comparación a un mantillo no quemado.

Las Geraniáceas por su parte, utilizarían la dormancia tegumentaria como defensa. Las semillas pertenecientes a esta familia poseen una testa dura que le permitiría al embrión, mantener su viabilidad bajo condiciones variables del ambiente, por ejemplo, un período prolongado de sequía, además de poder permanecer vivas después de varias temporadas. Gracias a este mecanismo, esta familia no necesita tener una alta producción de semillas como las Poáceas para poder persistir en un ecosistema, ya que su germinación debe ser antecedida por la ruptura de la dormancia, la que puede ser mediante una variación de la temperatura como las experimentadas al final de la época estival o la exposición a un incendio y a la acción mecánica del fuego. De esta manera se evitan las pérdidas de semillas producto de las falsas partidas o sequías (Finch-Savage, 2006; Figueroa y Jaksic, 2004).

Hanley *et al.* (2003), afirman que las especies que poseen semillas de menor tamaño, son más tolerantes a las altas temperaturas experimentadas frecuentemente cerca de la superficie del suelo durante un incendio, en comparación a las semillas de especies de mayor tamaño. Este razonamiento puede ser aplicado a los datos encontrados en este ensayo, ya que por lo general, las semillas de la familia de las Geraniáceas son más pequeñas en comparación con algunas Poáceas, lo que aparentemente sería la causa de que permanecieran viables una mayor proporción de semillas de la primera familia. Lo anterior se complementa al observar el daño causado por el fuego sobre la germinación de semillas en el mantillo, el cual es más notorio en las Poáceas que en las Geraniáceas. Autores como Esque *et al.* (2010), al trabajar con incendios experimentales en una comunidad de plantas del desierto de Mojave, determinaron que las semillas de *Bromus spp.* registran mayores niveles de mortalidad que las semillas de la especie *Erodium cicutarium*, complementado lo expuesto anteriormente.

Sin embargo, a cierto nivel de profundidad como por ejemplo a 5 cm, el suelo actúa como un buffer regulador de las temperaturas durante un incendio (González y Ghermandi, 2007). En esta situación se pudo observar que en general hubo una mayor germinación de semillas de Poáceas, tanto en lugares con o sin el efecto de un incendio. Bond *et al.* (1999), indican que “*en un incendio, deberían emerger mas plántulas de semillas grandes, principalmente porque estas pueden germinar a partir de mayores profundidades que las semillas más pequeñas*”. Sin embargo, la diferencia radica en la magnitud en la que se ven afectadas estas semillas, ya que si bien las semillas grandes (Poáceas) poseen una buena respuesta a germinar a mayor profundidad (Harel *et al.*, 2011), las semillas pequeñas (Geraniáceas) no necesariamente sufren una reducción notable en esta variable (Hanley *et al.* 2003).

A un nivel más específico, *Vulpia* fue uno de los géneros que presentó efectos perjudiciales más claros debido al incendio. Fue en el mantillo donde se observaron los descensos más significativos tanto en el número total, número promedio de semillas, porcentaje de viabilidad y porcentaje de germinación. Según Johnston *et al.* (1989), la germinación de las semillas de *Vulpia* disminuye considerablemente al aumentar la temperatura de 15°C a 25°C, mientras que Howard, (2004), señala que incluso las semillas enterradas en el suelo pueden perder su viabilidad a temperaturas entre 46 y 49°C por períodos de 1 hora, por lo que se puede afirmar que un incendio leve, en el que se alcanzan temperaturas de hasta 110°C (García *et al.* 2010), es suficiente para afectar negativamente la viabilidad de las semillas de este género.

En los géneros *Avena* y *Bromus*, la variabilidad es tan alta que no fue posible analizar los resultados de las pruebas de viabilidad y germinación, ya que en una gran mayoría de las muestras no había semillas por lo que simplemente no hay datos con los que se pudieran realizar las pruebas, mientras que en las pocas muestras que presentaron semillas se registraron más de 300. Diversos autores califican que esta alta heterogeneidad es una característica propia del banco de semillas (Figuerola y Jaksic, 2004; Contreras, 1993), y según García *et al.*, 2007 esta variabilidad se debe a que “*la cantidad y distribución de las semillas están relacionadas con factores que no se manifiestan en forma homogénea*”. En trabajos realizados por González y Ghermandi (2007), quienes analizaron la dinámica del banco de semillas de praderas semiáridas afectado por un incendio después de uno y dos años, encontraron que incluso con 180 muestras por tratamiento se presentaron grandes diferencias en el número de semillas dentro de una misma temporada, registrándose valores desde 906 a 2398 semillas por m² en sectores sin perturbar y de 1042 a 5579 semillas por m² en sectores quemados.

Ensayo 2: Incendio de carácter Intenso

En lugares donde ocurran incendios de intensidades muy altas, la superficie del suelo puede alcanzar temperaturas que superen los 500 °C, siendo más que suficientes para destruir la gran mayoría de las semillas presentes en el banco. De esta manera, se elimina la posibilidad de recolonización mediante este mecanismo (Navarro *et al.*, 2008; Hanley *et al.*, 2003). El fenómeno ocurrido en este ensayo, es similar a la descripción anterior, ya que se apreció una notable destrucción del material presente principalmente en la superficie. Un ejemplo claro son las semillas de Poáceas del mantillo quemado las que, pese a haber registrado un alto número total en este tratamiento, la viabilidad y germinación de estas fue prácticamente nula, mientras que los valores totales de semillas de los grupos Geraniáceas y Otros fueron muy bajos, con un escaso número de semillas viables y germinadas para estos mismos.

El género *Avena* fue un reflejo de la intensidad del daño por el incendio, ya que fue posible encontrar una densidad de semillas en los sectores quemados del mantillo, sin embargo, ninguna de estas se encontraba viable y mostraban claros signos de mortalidad debido al incendio (Figura 7). Según estudios realizados por Segura *et al.* (1998) en zonas de matorral cercanas a la localidad de Lo Vásquez, no se encontraron semillas viables de ninguna especie en sectores afectados por incendios intensos.



Figura 7. Semillas de Avena afectadas por un incendio intenso

Una gran proporción de las muestras mostraron una pobre densidad de semillas de especies de valor forrajero, tanto en el mantillo como en los 5cm de profundidad, lo que lleva a la conclusión de que la pradera se encontraba en un nivel muy alto de degradación, probablemente por un mal manejo histórico empleado en este sector. Lo anterior puede corroborarse al observar el grupo de Otros, donde la proporción de estas semillas forma parte importante de los tratamientos mantillo no quemado, 5cm quemado y 5cm no quemado. Esto indica que a cierto nivel de profundidad, es este último grupo el que toma vital importancia en la recuperación de los ecosistemas posterior a un incendio, ya que dentro de esta clasificación podrían encontrarse especies de valor forrajero que hayan sido capaces de mantener un potencial de germinación.

CONCLUSIONES

Según las condiciones en las que se desarrolló un incendio de intensidad leve sobre la pradera anual de clima mediterráneo de Rinconada de Maipú y dado la variabilidad de los datos, es posible exponer las siguientes conclusiones:

- En el mantillo, el incendio afecta negativamente el número de semillas de Geraniáceas y su proporción en el banco.
- Un incendio leve disminuye significativamente la viabilidad y la germinación de las semillas de Poáceas, en particular en los géneros *Hordeum* y *Vulpia* contenidos en el mantillo. En cambio, en la familia de las Geraniáceas estas pérdidas no son significativas.
- A 5 cm de profundidad, un incendio leve no disminuye el número de semillas tanto de Poáceas como de Geraniáceas ni perjudica la viabilidad y germinación de estas mismas.

Mientras que la ocurrencia de un incendio de alta intensidad sobre la pradera anual de clima mediterráneo de Rinconada de Maipú, permitió concluir que:

En el mantillo, un incendio de carácter intenso es capaz de eliminar completamente la viabilidad y la germinación de semillas de Poáceas. En el caso de las semillas de Geraniáceas y Otros, este tipo de incendio disminuye de forma considerable la viabilidad y germinación.

Como conclusión general en este estudio, los efectos de un incendio accidental sobre un banco de semillas, dependen de la intensidad del incendio y de la ubicación de las semillas en el perfil de suelo.

BIBLIOGRAFIA

- Bond, W.J., Honig, M., Maze, K.E. 1999. Seed size and seedling emergence: an allometric relationship and some ecological implications. *Oecologia* 120: 120-132
- Bran, D. E., Cecchi, G. A., Gaitán, J. J., Ayesa, J. A. y López, C. R. 2007. Efecto de la severidad de quemado sobre la regeneración de la vegetación en el Monte Austral. *Ecol. Austral* 17(1): 123-131.
- Chesson P., Gebauer R., Schwinning S., Huntly N., Wiegand K., Ernest M., Sher A., Novoplansky A., Weltzin J. 2004. Resource pulses, species interactions, and diversity maintenance in arid and semi-arid environments. *Oecologia* 141: 236–253
- Contreras T., Figueroa J., Abarca L. y Castro S. 2011. Fire regimen and spread of plants naturalized in central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 84: 307-323.
- Contreras, X. 1993. Evaluación de la reserva de semillas del suelo de una pradera anual mediterránea sometida a dos sistemas de manejo y a la influencia del estrato arbóreo. Memoria para optar al Título profesional de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago. 88 p.
- De Souza Maia, M. y Pérez, M. A. 2006. Bancos de semillas en el suelo. *Agriscientia* 23(1): 33-44.
- De Torres, M., Ghermandi, L., Pfister, G. 2008. Los incendios en el noroeste de la Patagonia: su relación con las condiciones meteorológicas y la presión antrópica a lo largo de 20 años. *Ecol. Austral* 18(2): 153-167.
- Esque T. C., Young, J. A. y Tracy, C. R. 2010. Short-term effects of experimental fires on a Mojave Desert seed bank. *Journal of Arid Environments* 74(10): 1302-1308.
- Figueroa J. A y Jaksic F. M. 2004. Latencia y Banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista chilena de Historia Natural*. 77:201-215.
- Finch-Savage W. y Leubner-Metzger G. 2006. Seed Dormancy and the control of germination. *Journal Compilation. New Phytologist* 171: 501-523.
- García, R. A., Pauchard, A., Cavieres, L. A., Peña, E., Rodríguez, M. F. 2010. El fuego favorece la invasión de *Teline monspessulana* (Fabaceae) al aumentar su germinación. *Revista Chilena de Historia Natural*. 83: 443-452.
- García, R. A., Pauchard, A. y Peña, E. 2007. Banco de semillas, regeneración y crecimiento de *Teline monspessulana* (L.) K. Koch después de un incendio forestal. *Gayana Botánica*. 64(2): 201-210.

- González, S. y Ghermandi, L. 2007. Postfire seed bank dynamics in semiarid grasslands. *Plant Ecology* 199: 175-185.
- Hanley, M. E., Unna, J. E., Darvill, B. 2003. Seed size and germination response: a relationship for fire-following plant species exposed to thermal shock. *Oecologia* 134: 18-22.
- Harel D., Holzapfel C., Sternberg M. 2011. Seed mass and dormancy of annual plant populations and communities decreases with aridity and rainfall predictability. *Basic and Applied Ecology* 12: 674-684
- Howard, Janet L. 2006. *Vulpia microstachys*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Disponible en: <http://www.fs.fed.us/database/feis/>. Leído el 14 de Mayo de 2012.
- ISTA, 1996. International rules for seed testing, 1996. *Seed Science and Technology*. 21(Supplement): 1-288.
- Johnston M., Olivares, A., García de Cortázar, V. y Contreras, X., 1998. El banco de semillas del suelo y su respuesta a regímenes pluviométricos simulados. I Comunidad de terófitas del mediterráneo semiárido. *Avances en Producción Animal* 23 (1-2): 45-54.
- Johnston M., Fernández, G. y Olivares, A. 1989. Caracterización de la germinación de seis especies de una pradera anual mediterránea. *Phyton* 50(1/2): 109-117.
- Miller, M. 2000. Fire Autoecology. En: Brown, J. y Smith, J. *Wildland fire Ecosystems. Effects of fire on flora*. USDA Forest Service. General Technical Report RMRS-GTR-42. Rocky Mountain, United States. 2: 9-34.
- Montenegro G., Ginocchio R., Segura A., Keely J. y Gómez M. 2004. Fire regimes and vegetation responses in two Mediterranean-climate regions. *Revista Chilena de Historia Natural*. 77: 455-464.
- Navarro R., Hayas A., García-Ferrer A., Hernández R., Duhalde P. y González L. 2008. Caracterización de la situación post incendio en el área afectada por el incendio de 2005 en el Parque Nacional de Torres del Paine (Chile) a partir de imágenes multiespectrales. *Revista Chilena de Historia Natural* 81: 95-110
- Olivares, A., y Johnston, M. 2001. Bases del manejo de la pradera anual de clima mediterráneo. Simposio internacional en Producción Animal y Medioambiente. SOCHIPA, XXVI Reunión anual. 274-284.

Olivares, A., Etienne, M. y Segarra, F. 1982. Caracterización de la curva de crecimiento de la pradera natural en el secano interior mediterráneo de Chile. *Avances en Producción Animal*. 7(1-2): 17-24.

Santibáñez, F. y Uribe, J.M. 1990. Atlas agroclimático de Chile: Regiones V y Metropolitana. Editorial Universitaria. 65p.

Segura, A. M, Holmgren, M., Anabalón, J. J. y Fuentes, E. R. 1998. The significance of Fire intensity in creating local patchiness in the Chilean matorral. *Plant Ecology* 139: 259-264.

Trabaud, L. 1998. Recuperación y regeneración de ecosistemas mediterráneos incendiados. *Serie Geográfica* 7: 37-47.

Valbuena, L. y Trabaud, L. 2001. Contribution of the soil seed bank to post-fire recovery of a heathland. *Plant Ecology* 152: 175-183.

Valdés, S.E. 2007. Intensidad del daño por incendio y recuperación de los bosques de *Nothofagus Antarctica* (G. Foster) Oerst. En el parque nacional Torres del Paine, XII Región. Memoria para optar al Título profesional de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago. 56 p.

APENDICES

Apéndice I. Numero de semillas, Ensayo Leve

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1L (1)	21	627	20	6	53	34	T3L (1)	96	0	0	49	142	6
T1L (2)	6	38	128	65	14	2	T3L (2)	38	1	1	2	77	13
T1L (3)	32	26	11	35	42	25	T3L (3)	103	0	0	35	151	4
T1L (4)	43	192	14	15	37	21	T3L (4)	152	0	0	32	25	14
T1L (5)	31	206	10	73	52	9	T3L (5)	184	15	0	41	33	5
T1L (6)	3	23	67	75	24	5	T3L (6)	12	0	3	22	173	4
T1L (7)	43	18	12	65	131	41	T3L (7)	70	0	0	7	17	2
T1L (8)	42	19	23	41	29	0	T3L (8)	25	0	0	4	117	6
T1L (9)	15	12	7	36	16	1	T3L (9)	61	0	0	1	62	3
T1L (10)	60	2	21	51	11	14	T3L (10)	47	8	1	48	34	7
T2L (1)	11	64	3	1	4	0	T4L (1)	21	0	0	4	4	0
T2L (2)	3	4	2	4	96	4	T4L (2)	28	0	0	0	172	13
T2L (3)	5	0	3	6	2	2	T4L (3)	30	0	0	2	45	1
T2L (4)	21	23	0	1	5	0	T4L (4)	35	0	0	6	83	6
T2L (5)	26	60	0	6	27	19	T4L (5)	23	0	0	5	0	2
T2L (6)	0	9	7	2	5	0	T4L (6)	16	0	0	0	21	0
T2L (7)	34	0	2	7	22	0	T4L (7)	48	1	0	3	9	0
T2L (8)	44	3	2	8	11	0	T4L (8)	18	0	0	1	10	2
T2L (9)	14	0	3	2	4	0	T4L (9)	64	0	0	15	57	7
T2L (10)	40	0	1	9	7	1	T4L (10)	21	0	0	1	0	0

Apéndice II. Proporción (%) de los Géneros, Ensayo Leve

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1L (1)	2,8	82,4	2,6	0,8	7,0	4,5	T3L (1)	32,8	0,0	0,0	16,7	48,5	2,0
T1L (2)	2,4	15,0	50,6	25,7	5,5	0,8	T3L (2)	28,8	0,8	0,8	1,5	58,3	9,8
T1L (3)	18,7	15,2	6,4	20,5	24,6	14,6	T3L (3)	35,2	0,0	0,0	11,9	51,5	1,4
T1L (4)	13,4	59,6	4,3	4,7	11,5	6,5	T3L (4)	68,2	0,0	0,0	14,3	11,2	6,3
T1L (5)	8,1	54,1	2,6	19,2	13,6	2,4	T3L (5)	66,2	5,4	0,0	14,7	11,9	1,8
T1L (6)	1,5	11,7	34,0	38,1	12,2	2,5	T3L (6)	5,6	0,0	1,4	10,3	80,8	1,9
T1L (7)	13,9	5,8	3,9	21,0	42,3	13,2	T3L (7)	72,9	0,0	0,0	7,3	17,7	2,1
T1L (8)	27,3	12,3	14,9	26,6	18,8	0,0	T3L (8)	16,4	0,0	0,0	2,6	77,0	3,9
T1L (9)	17,2	13,8	8,0	41,4	18,4	1,1	T3L (9)	48,0	0,0	0,0	0,8	48,8	2,4
T1L (10)	37,7	1,3	13,2	32,1	6,9	8,8	T3L (10)	32,4	5,5	0,7	33,1	23,4	4,8
T2L (1)	13,3	77,1	3,6	1,2	4,8	0,0	T4L (1)	72,4	0,0	0,0	13,8	13,8	0,0
T2L (2)	2,7	3,5	1,8	3,5	85,0	3,5	T4L (2)	13,1	0,0	0,0	0,0	80,8	6,1
T2L (3)	27,8	0,0	16,7	33,3	11,1	11,1	T4L (3)	38,5	0,0	0,0	2,6	57,7	1,3
T2L (4)	42,0	46,0	0,0	2,0	10,0	0,0	T4L (4)	26,9	0,0	0,0	4,6	63,8	4,6
T2L (5)	18,8	43,5	0,0	4,3	19,6	13,8	T4L (5)	76,7	0,0	0,0	16,7	0,0	6,7
T2L (6)	0,0	39,1	30,4	8,7	21,7	0,0	T4L (6)	43,2	0,0	0,0	0,0	56,8	0,0
T2L (7)	52,3	0,0	3,1	10,8	33,8	0,0	T4L (7)	78,7	1,6	0,0	4,9	14,8	0,0
T2L (8)	64,7	4,4	2,9	11,8	16,2	0,0	T4L (8)	58,1	0,0	0,0	3,2	32,3	6,5
T2L (9)	60,9	0,0	13,0	8,7	17,4	0,0	T4L (9)	44,8	0,0	0,0	10,5	39,9	4,9
T2L (10)	69,0	0,0	1,7	15,5	12,1	1,7	T4L (10)	95,5	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0

Apéndice III. Numero de semillas Viables, Ensayo Leve.

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1L (1)	14	343	10	1	18	34	T3L (1)	42			18	49	2
T1L (2)	2	2	25	1	2	0	T3L (2)	17	0	0	0	35	7
T1L (3)	21	4	11	5	0	0	T3L (3)	81			16	121	1
T1L (4)	31	36	0	0	15	4	T3L (4)	119			10	11	9
T1L (5)	20	65	2	11	2	0	T3L (5)	137	8		21	13	1
T1L (6)	0	0	3	10	0	0	T3L (6)	9		3	8	128	3
T1L (7)	32	9	0	22	41	13	T3L (7)	45			0	4	0
T1L (8)	15	5	4	16	3		T3L (8)	14			1	38	6
T1L (9)	4	6	1	4	2	0	T3L (9)	29			1	44	3
T1L (10)	32	0	6	9	0	0	T3L (10)	18	2	0	8	7	2
T2L (1)	8	50	0	0	1		T4L (1)	10			3	0	
T2L (2)	3	0	2	2	96	4	T4L (2)	7				167	13
T2L (3)	3		2	4	2	2	T4L (3)	17			2	15	1
T2L (4)	15	15		0	3		T4L (4)	24			5	39	4
T2L (5)	16	17		2	19	19	T4L (5)	19			3		0
T2L (6)		5	5	0	0		T4L (6)	13				15	
T2L (7)	26		0	1	4		T4L (7)	12	0		1	2	
T2L (8)	35	0	0	4	7		T4L (8)	8			0	7	2
T2L (9)	8		0	0	1		T4L (9)	25			3	48	1
T2L (10)	21		0	3	2	1	T4L (10)	7			0		

Apéndice IV. Porcentaje de Viabilidad, Ensayo Leve.

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1L (1)	66,7	54,7	50,0	16,7	34,0	100,0	T3L (1)	43,8			36,7	34,5	33,3
T1L (2)	33,3	5,3	19,5	1,5	14,3	0,0	T3L (2)	44,7	0,0	0,0	0,0	45,5	53,8
T1L (3)	65,6	15,4	100,0	14,3	0,0	0,0	T3L (3)	78,6			45,7	80,1	25,0
T1L (4)	72,1	18,8	0,0	0,0	40,5	19,0	T3L (4)	78,3			31,3	44,0	64,3
T1L (5)	64,5	31,6	20,0	15,1	3,8	0,0	T3L (5)	74,5	53,3		51,2	39,4	20,0
T1L (6)	0,0	0,0	4,5	13,3	0,0	0,0	T3L (6)	75,0		100,0	36,4	74,0	75,0
T1L (7)	74,4	50,0	0,0	33,8	31,3	31,7	T3L (7)	64,3			0,0	23,5	0,0
T1L (8)	35,7	26,3	17,4	39,0	10,3		T3L (8)	56,0			25,0	32,5	100,0
T1L (9)	26,7	50,0	14,3	11,1	12,5	0,0	T3L (9)	47,5			100,0	71,0	100,0
T1L (10)	53,3	0,0	28,6	17,6	0,0	0,0	T3L (10)	38,3	25,0	0,0	16,7	20,6	28,6
T2L (1)	72,7	78,1	0,0	0,0	25,0		T4L (1)	47,6			75,0	0,0	
T2L (2)	100,0	0,0	100,0	50,0	100,0	100,0	T4L (2)	25,0				97,1	100,0
T2L (3)	60,0		66,7	66,7	100,0	100,0	T4L (3)	56,7			100,0	33,3	100,0
T2L (4)	71,4	65,2		0,0	60,0		T4L (4)	68,6			83,3	47,0	66,7
T2L (5)	61,5	28,3		33,3	70,4	100,0	T4L (5)	82,6			60,0		0,0
T2L (6)		55,6	71,4	0,0	0,0		T4L (6)	81,3				71,4	
T2L (7)	76,5		0,0	14,3	18,2		T4L (7)	25,0	0,0		33,3	22,2	
T2L (8)	79,5	0,0	0,0	50,0	63,6		T4L (8)	44,4			0,0	70,0	100,0
T2L (9)	57,1		0,0	0,0	25,0		T4L (9)	39,1			20,0	84,2	14,3
T2L (10)	52,5		0,0	33,3	28,6	100,0	T4L (10)	33,3			0,0		

Apéndice V. Numero de semillas Germinadas, Ensayo Leve.

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1L (1)	11	217	7	1	16	34	T3L (1)	37			18	49	2
T1L (2)	2	2	24	1	2		T3L (2)	10				35	7
T1L (3)	18	4	2	2			T3L (3)	78			14	119	1
T1L (4)	21	4			11	4	T3L (4)	115			9	11	8
T1L (5)	15	11	1	4	2		T3L (5)	96	7		21	13	0
T1L (6)			0	8			T3L (6)	7		3	8	123	3
T1L (7)	32	3		7	16	0	T3L (7)	36				4	
T1L (8)	8	5	1	13	1		T3L (8)	14			1	35	6
T1L (9)	1	0	1	0	0		T3L (9)	28			1	44	3
T1L (10)	12		3	6			T3L (10)	11	2		8	3	0
T2L (1)	3	27			1		T4L (1)	10			3		
T2L (2)	3		0	1	96	4	T4L (2)	6				167	13
T2L (3)	1		2	4	2	2	T4L (3)	9			1	12	1
T2L (4)	8	15			0		T4L (4)	10			5	38	4
T2L (5)	4	9		0	17	19	T4L (5)	5			3		
T2L (6)		2	5				T4L (6)	13				15	
T2L (7)	19			1	1		T4L (7)	8			1	0	
T2L (8)	17			4	5		T4L (8)	8				7	2
T2L (9)	4				1		T4L (9)	24			3	48	0
T2L (10)	11			3	2	1	T4L (10)	5					

Apéndice VI. Porcentaje de Germinación Ponderado por Viabilidad, Ensayo Leve.

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1L (1)	78,6	63,3	70,0	100,0	88,9	100,0	T3L (1)	88,1			100,0		
T1L (2)	100,0	100,0	96,0	100,0	100,0		T3L (2)	58,8				100,0	100
T1L (3)	85,7	100,0	18,2	40,0			T3L (3)	96,3			87,5	98,3	
T1L (4)	67,7	11,1			73,3	100,0	T3L (4)				90,0		
T1L (5)	75,0	16,9	50,0	36,4	100,0		T3L (5)	70,1	87,5		100,0	100,0	0
T1L (6)			0,0	80,0			T3L (6)	77,8		100,0	100,0	96,1	
T1L (7)	100,0	33,3		31,8	39,0	0,0	T3L (7)	80,0				100,0	
T1L (8)	53,3	100,0	25,0	81,3	33,3		T3L (8)	100,0			100,0		
T1L (9)	25,0	0,0	100,0	0,0	0,0		T3L (9)	96,6			100,0	100,0	100
T1L (10)	37,5		50,0	66,7			T3L (10)	61,1	100,0		100,0	42,9	
T2L (1)	37,5	54,0			100,0		T4L (1)	100					
T2L (2)	100,0		0,0	50,0			T4L (2)	85,7				100	
T2L (3)	33,3				100,0	100,0	T4L (3)				50		
T2L (4)	53,3	100,0			0,0		T4L (4)	41,7			100	97,4	100
T2L (5)				0,0			T4L (5)	26,3			100		
T2L (6)		40,0					T4L (6)	100				100	
T2L (7)	73,1			100,0	25,0		T4L (7)	66,7			100		
T2L (8)	48,6			100,0	71,4		T4L (8)	100				100	100
T2L (9)	50,0						T4L (9)	96			100	100	
T2L (10)	52,4			100,0	100,0	100	T4L (10)	71,4					

Apéndice VII. Numero de semillas, Ensayo Intenso

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1i (1)	0	0	29	0	0	0	T3i (1)	10	0	0	0	22	11
T1i (2)	0	0	61	0	0	0	T3i (2)	0	0	0	0	4	26
T1i (3)	1	0	102	0	0	0	T3i (3)	0	0	0	0	16	12
T1i (4)	0	0	37	0	0	0	T3i (4)	0	0	0	0	7	116
T1i (5)	0	0	42	0	0	0	T3i (5)	0	0	0	1	8	2
T1i (6)	1	0	13	0	0	24	T3i (6)	0	0	0	3	76	0
T1i (7)	21	0	99	0	0	31	T3i (7)	37	0	0	0	0	19
T1i (8)	0	0	28	0	0	0	T3i (8)	11	0	0	5	0	2
T1i (9)	0	0	27	0	0	1	T3i (9)	15	0	0	0	3	6
T1i (10)	1	19	11	0	0	0	T3i (10)	0	0	0	0	8	0
T2i (1)	0	0	0	0	0	6	T4i (1)	0	0	0	0	4	4
T2i (2)	0	0	0	0	0	13	T4i (2)	0	0	0	0	1	160
T2i (3)	0	0	3	0	0	4	T4i (3)	0	0	0	1	17	69
T2i (4)	0	0	4	0	0	59	T4i (4)	0	0	0	0	12	39
T2i (5)	0	0	5	0	0	13	T4i (5)	0	0	0	0	6	195
T2i (6)	0	0	0	0	0	11	T4i (6)	2	0	0	0	21	20
T2i (7)	17	0	15	3	0	7	T4i (7)	20	0	1	0	25	15
T2i (8)	0	0	0	0	1	29	T4i (8)	1	0	0	1	2	7
T2i (9)	0	0	1	0	0	81	T4i (9)	5	0	0	0	1	15
T2i (10)	0	0	2	0	0	37	T4i (10)	0	0	0	0	9	13

Apéndice VIII. Proporción (%) de los Géneros, Ensayo Intenso

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1i (1)	0	0	100	0	0	0	T3i (1)	23,3	0	0	0	51,2	25,6
T1i (2)	0	0	100	0	0	0	T3i (2)	0	0	0	0	13,3	86,7
T1i (3)	0,97	0	99,03	0	0	0	T3i (3)	0	0	0	0	57,1	42,9
T1i (4)	0	0	100	0	0	0	T3i (4)	0	0	0	0	5,7	94,3
T1i (5)	0	0	100	0	0	0	T3i (5)	0	0	0	9,1	72,7	18,2
T1i (6)	2,6	0	34,2	0	0	63,2	T3i (6)	0	0	0	3,8	96,2	0
T1i (7)	13,9	0	65,6	0	0	20,5	T3i (7)	66,1	0	0	0	0	33,9
T1i (8)	0	0	100	0	0	0	T3i (8)	61,1	0	0	27,8	0	11,1
T1i (9)	0	0	96,4	0	0	3,6	T3i (9)	62,5	0	0	0	12,5	25
T1i (10)	3,2	61,3	35,5	0	0	0	T3i (10)	0	0	0	0	100	0
T2i (1)	0	0	0	0	0	100	T4i (1)	0	0	0	0	50	50
T2i (2)	0	0	0	0	0	100	T4i (2)	0	0	0	0	0,6	99,4
T2i (3)	0	0	42,9	0	0	57,1	T4i (3)	0	0	0	1,1	19,5	79,3
T2i (4)	0	0	6,3	0	0	93,7	T4i (4)	0	0	0	0	23,5	76,5
T2i (5)	0	0	27,8	0	0	72,2	T4i (5)	0	0	0	0	3,0	97,0
T2i (6)	0	0	0	0	0	100	T4i (6)	4,7	0	0	0	48,8	46,5
T2i (7)	40,5	0	35,7	7,1	0	16,7	T4i (7)	32,8	0	1,6	0	41,0	24,6
T2i (8)	0	0	0	0	3,3	96,7	T4i (8)	9,1	0	0	9,1	18,2	63,6
T2i (9)	0	0	1,2	0	0	98,8	T4i (9)	23,8	0	0	0	4,8	71,4
T2i (10)	0	0	5,1	0	0	94,9	T4i (10)	0	0	0	0	40,9	59,1

Apéndice IX. Numero de semillas Viables, Ensayo Intenso.

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1i (1)			0				T3i (1)	4				5	5
T1i (2)			0				T3i (2)					1	9
T1i (3)	0		0				T3i (3)					11	6
T1i (4)			0				T3i (4)					3	38
T1i (5)			0				T3i (5)				0	0	0
T1i (6)	0		0			1	T3i (6)				0	23	
T1i (7)	5		0			2	T3i (7)	16					8
T1i (8)			0				T3i (8)	5			2		2
T1i (9)			0			1	T3i (9)	6				0	0
T1i (10)	1	0	0				T3i (10)					2	
T2i (1)						0	T4i (1)					1	0
T2i (2)						1	T4i (2)					0	76
T2i (3)			0			0	T4i (3)				1	17	61
T2i (4)			0			24	T4i (4)					11	24
T2i (5)			0			9	T4i (5)					1	185
T2i (6)						4	T4i (6)	1				11	9
T2i (7)	2		0	3	1	0	T4i (7)	16		1		23	3
T2i (8)						0	T4i (8)	0			1	2	4
T2i (9)			0			2	T4i (9)	3				1	3
T2i (10)			0			16	T4i (10)					1	2

Apéndice X. Porcentaje de Viabilidad, Ensayo Intenso.

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1i (1)			0				T3i (1)	40				22,7	45,5
T1i (2)			0				T3i (2)					25	34,6
T1i (3)	0		0				T3i (3)					68,8	50
T1i (4)			0				T3i (4)					42,9	32,8
T1i (5)			0				T3i (5)				0	0	0
T1i (6)	0		0			4,17	T3i (6)				0	30,3	
T1i (7)	23,8		0			6,45	T3i (7)	43,2					42,1
T1i (8)			0				T3i (8)	45,5			40		100
T1i (9)			0			100	T3i (9)	40				0	0
T1i (10)	100	0	0				T3i (10)					25	
T2i (1)						0	T4i (1)					25	0
T2i (2)						7,7	T4i (2)					0	47,5
T2i (3)			0			0	T4i (3)				100	100	88,4
T2i (4)			0			40,7	T4i (4)					91,7	61,5
T2i (5)			0			69,2	T4i (5)					16,7	94,9
T2i (6)						36,4	T4i (6)	50				52,4	45
T2i (7)	11,8		0	100	100	0	T4i (7)	80		100		92	20
T2i (8)						0	T4i (8)	0			100	100	57,1
T2i (9)			0			2,5	T4i (9)	60				100	20
T2i (10)			0			43,2	T4i (10)					11,1	

Apéndice XI. Numero de semillas Germinadas, Ensayo Intenso.

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1i (1)							T3i (1)	3				5	0
T1i (2)							T3i (2)					1	1
T1i (3)							T3i (3)					9	2
T1i (4)							T3i (4)					3	0
T1i (5)							T3i (5)						
T1i (6)						1	T3i (6)					2	
T1i (7)	4					0	T3i (7)	12					4
T1i (8)							T3i (8)	0			0		0
T1i (9)						1	T3i (9)	0					
T1i (10)	1						T3i (10)					0	
T2i (1)							T4i (1)					0	
T2i (2)						1	T4i (2)						0
T2i (3)							T4i (3)				1	17	53
T2i (4)						0	T4i (4)					11	13
T2i (5)						0	T4i (5)					1	182
T2i (6)						1	T4i (6)	0				7	9
T2i (7)	2			3	1		T4i (7)	5		0		23	0
T2i (8)							T4i (8)				1	2	2
T2i (9)						2	T4i (9)	1				1	2
T2i (10)						8	T4i (10)					1	2

Apéndice XII. Porcentaje de Germinación Ponderado por Viabilidad, Ensayo Intenso.

	Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros		Erodium	Bromus	Avena	Hordeum	Vulpia	Otros
T1i (1)							T3i (1)	75				100	0
T1i (2)							T3i (2)					100	11,1
T1i (3)							T3i (3)					81,8	33,3
T1i (4)							T3i (4)					100	0
T1i (5)							T3i (5)						
T1i (6)						100	T3i (6)					8,7	
T1i (7)	80					0	T3i (7)	75					50
T1i (8)							T3i (8)	0			0		0
T1i (9)						100	T3i (9)	0					
T1i (10)	100						T3i (10)					0	
T2i (1)							T4i (1)					0	
T2i (2)						100	T4i (2)						0
T2i (3)							T4i (3)				100	100	86,9
T2i (4)						0	T4i (4)					100	54,2
T2i (5)						0	T4i (5)					100	98,4
T2i (6)						25	T4i (6)	0				63,6	100
T2i (7)	100			100	100		T4i (7)	31,3		0		100	0
T2i (8)							T4i (8)				100	100	50
T2i (9)						100	T4i (9)	33,3				100	66,7
T2i (10)						50	T4i (10)					100	100