

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Trabajo Final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo
Modalidad: Proyecto

Control de *Nasella tenuissima* y *Jarava ichu* var. *ichu* mediante
fuego, aplicación de glifosato y sus combinaciones en el Caldenal

Ignacio Héctor Eugenio Fernández
D.N.I. N° 30.734.881

Director: Msc. Ing. Agr. María José Rosa
Co-director: Ing. RN Msc. Daniel Nicolás Arroyo

Río Cuarto – Córdoba
Diciembre/2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Control de *Nassella tenuissima* y *Jarava ichu var. ichu* mediante fuego, aplicación de glifosato y sus combinaciones en el caldenal.

Autor: Ignacio Héctor Eugenio Fernández

DNI: 30734881

Director: Msc. Ing. Agr. María José Rosa

Co-Director: Ing. RN Msc. Daniel Nicolás Arroyo.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la
Comisión Evaluadora:

Fecha de Presentación: ____/____/____

Secretario Académico

Agradecimientos

Este trabajo final fue realizado gracias a la inestimable colaboración de la Ing. Agr. María José Rosa, del Ing. RN. Daniel Arroyo, del Lic. En Cc. Agrarias Héctor Beguet, del personal de la E.E.A. Villa Mercedes que colaboraron en la realización de este trabajo, y del apoyo de la cátedra de Ecología Agrícola de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

ÍNDICE

	Página
○ Portada	I
○ Certificado de aprobación	II
○ Índice general	IV
○ Índice de tablas	V
○ Índice de figuras	VI
○ Resumen	VII
○ Summary	VIII
○ Introducción	1
○ Antecedentes	3
○ Hipótesis para el área de estudio	5
○ Objetivos	5
○ Materiales y Métodos	6
○ Área de Estudio	6
○ Métodos	7
○ Resultados y Discusión	9
○ Riqueza	10
○ Grupos funcionales	14
○ Diversidad	22
○ Conclusión	26
○ Bibliografía	27

Indice de Tablas

	Página
Tabla 1: Descripción del diseño del trabajo	7
Tabla 2: Especies presentes en las transectas relevadas en todas las fechas de lectura	10
Tabla 3: Diferencias estadísticas entre riquezas de distintas fechas dentro de cada tratamiento.	11
Tabla 4: Diferencias estadísticas entre riquezas de distintos tratamientos dentro de cada fecha de muestreo.	11
Tabla 5: diferencias estadísticas entre riqueza de grupos funcionales comparados entre fechas de muestreo para cada tratamiento.	14
Tabla 6: diferencias estadísticas entre riqueza de grupos funcionales comparados entre tratamientos para cada fecha de muestreo	14
Tabla 7: diferencias estadísticas entre coberturas de Pajas No Forrajeras comparadas entre fechas de muestreo para cada tratamiento	16
Tabla 8: diferencias estadísticas entre coberturas de Pajas No Forrajeras comparadas entre tratamientos para cada fecha de muestreo.	16
Tabla 9: diferencias estadísticas entre coberturas de dicotiledoneas comparadas entre fechas de muestreo para cada tratamiento.	18
Tabla 10: diferencias estadísticas entre coberturas de dicotiledoneas comparadas entre tratamientos para cada fecha de muestreo.	18
Tabla 11: diferencias estadísticas entre coberturas de Gramineas forrajeras de verano comparadas entre fechas de muestreo para cada tratamiento.	19
Tabla 12: diferencias estadísticas entre coberturas de Gramineas forrajeras de verano comparadas entre tratamientos para cada fecha de muestreo.	19
Tabla 13: diferencias estadísticas entre índices de Shannon-weaver comparados entre fechas de muestreo para cada tratamiento.	23
Tabla 14: diferencias estadísticas entre índices de Shannon-weaver comparados entre tratamientos para cada fecha de muestreo.	23
Tabla 15: diferencias estadísticas entre índices de shannon-weaver de grupos funcionales comparados entre fechas de muestreo para cada tratamiento.	24
Tabla 16: diferencias estadísticas entre índices de Shannon-weaver de grupos funcionales comparados entre tratamientos para cada fecha de muestreo.	25

Índice de Figuras

	Página
Figura 1: Precipitaciones promedio mensuales históricas caídas en la E.E.A. Villa Mercedes (San Luis) en todo el año.	6
Figura 2: Sumatoria de lluvias mensuales ocurridas en la E.E.A. Villa Mercedes entre agosto del año 2009 a abril del año 2011 y promedio mensual de precipitaciones histórico por mes para Villa Mercedes.	9
Figura 3: Riqueza promedio de cada tratamiento en todas las fechas de lectura.	10
Figura 4: Riqueza de grupos de cada tratamiento en cada fecha de lectura.	14
Figura 5: Cobertura promedio de Pajas No Forrajeras de cada tratamiento en las fechas de lectura.	15
Figura 6: Cobertura promedio del grupo funcional “Dicotiledóneas” en cada tratamiento por cada fecha de lectura.	17
Figura 7: Cobertura promedio de Gramíneas Forrajeras de verano de cada tratamiento en cada fecha de lectura.	19
Figura 8: Índices de Shannon-weaver de cada tratamiento en cada fecha de lectura.	22
Figura 9: Indices de Shannon-weaver aplicado al número de grupos funcionales de cada tratamiento en cada fechas de lectura.	24

Resumen

En gran parte de la región del caldenal de la Provincia de San Luis, las pajas nativas no palatables *Jarava Ichu* Var. *Ichu* y *Nassella tenuissima* han aumentado su cobertura y abundancia, como resultado de múltiples disturbios de origen antrópico, debido a usos y prácticas agropecuarias inadecuadas, disminuyendo la riqueza, la diversidad vegetal y la producción forrajera de esos ambientes. Por ello es importante establecer prácticas agronómicas con el fin de revertir la presencia dominante de las pajas no forrajeras y aumentar la productividad forrajera en estos ambientes. El experimento consistió en evaluar la respuesta a los factores Fuego, Aplicación de glifosato y una combinación de ambos entre los meses de Agosto de 2009 y Diciembre de 2010 efectuando 4 mediciones. El diseño experimental usado fue en bloques completamente aleatorizados con un número de 3 bloques (R), con 4 transectas cada uno, a las que se les asignaron al azar los tratamientos: “Testigo” (sin intervención de ningún factor), “quema” (aplicación de fuego), “Glifosato” (aplicación de Glifosato) y “Combinado”. Se relevaron valores de riqueza y cobertura de toda la comunidad. También se dividió la comunidad en grupos funcionales de acuerdo a su uso forrajero y ciertas características botánicas: “Pajas no forrajeras”, “Gramíneas forrajeras de verano”, “Gramíneas Forrajeras de invierno”, “Dicotiledóneas” y “otras” y se midió riqueza y cobertura de cada uno de los grupos. A partir de estos datos se obtuvo Riqueza e Índice de Shannon para toda la comunidad, cobertura de cada grupo funcional y Riqueza e Índice de Shannon de la comunidad dividida en grupos funcionales. El tratamiento quema fue el que mas aumento la diversidad después de la aplicación de los tratamientos a través del aumento de la riqueza y la abundancia en las especies de la comunidad. Los tratamientos Glifosato y Combinado aumentaron posteriormente la riqueza y la diversidad de la comunidad en general. Todos los tratamientos disminuyeron la cobertura de las pajas no forrajeras siendo mas efectivos los tratamientos Glifosato y combinado, lo que provocó un aumento en el grupo dicotiledóneas. A pesar de esto, ningún tratamiento generó cambios en la riqueza de grupos funcionales, excepto un aumento en el Índice de Shannon en el tratamiento Glifosato. Los grupos funcionales Gramíneas forrajeras de verano y Gramíneas forrajeras de invierno no tuvieron aumentos apreciables en su cobertura.

Palabras clave: diversidad vegetal, riqueza, índice de Shannon, Pajas no forrajeras, disturbio, quema, glifosato.

Summary

In large areas of the caldenal region of the Province of San Luis, native non-palatable weeds *Jarava Ichu* Var. *Ichu* and *Nassella tenuissima* have an increase in their coverage and abundance, as a result of multiple disturbances of anthropic origin, due to inappropriate agricultural uses and practices, reducing the richness, plant diversity and fodder production of these environments. Therefore, it is important to establish agronomic practices in order to reverse the dominant presence of non-forage weeds and raise forage productivity in these environments. The experiment consisted in evaluating the response to the following factors: Fire, Application of glyphosate and a combination of both between the months of August 2009 and December 2010 with 4 measurements. The experimental design used was in completely randomized blocks with a number of 3 blocks (R), with 4 transects each, in which the treatments were randomly assigned: "control" (without intervention of any factor), "burn" (fire application), "Glyphosate" (Glyphosate application) and "Combined". Richness and coverage values of the entire community were estimated. The community was also divided into functional groups according to their forage use and certain botanical characteristics: "Non-forage weeds", "Summer forage grasses", "Winter forage grasses", "Dicotyledons" and "others" and we measured the richness and coverage of each group. From these data we obtained Richness and Shannon Index for the whole community and by functional group also. The burning treatment was the only that increased the post-treatment diversity through the improvement of the richness and the abundance in the species of the community. Glyphosate and Combination treatments subsequently increased the richness and diversity of the community as a whole. All treatments decreased the coverage of the non-forage weeds, with Glyphosate and combined treatments being more effective, which caused an increase in the dicotyledonous group. In spite of this no treatment generated changes in the richness of functional groups, the Shannon Index was improved in the Glyphosate treatment. The functional groups Summer forage grasses and Winter forage grasses had no appreciable increases in their coverage.

En gran parte de la región del caldenal de la Provincia de San Luis, las pajas nativas no palatables *Jarava Ichu* Var. *Ichu* y *Nassella tenuissima* han aumentado su cobertura y abundancia, como resultado de múltiples disturbios de origen antrópico, debido a usos y prácticas agropecuarias inadecuadas, disminuyendo la riqueza, la diversidad vegetal y la producción forrajera de esos ambientes. Por ello es importante establecer prácticas agronómicas con el fin de revertir la presencia dominante de las pajas no forrajeras y aumentar la productividad forrajera en estos ambientes. El experimento consistió en evaluar la respuesta a los factores Fuego, Aplicación de Glifosato y una combinación de ambos entre los meses de Agosto de 2009 y Diciembre de 2010 efectuando 4 mediciones. El diseño experimental usado fue en bloques completamente aleatorizados con un número de 3 bloques (R), con 4 transectas cada uno, a las que se les asignaron al azar los tratamientos: “Testigo” (sin intervención de ningún factor), “quema” (aplicación de fuego), “Glifosato” (aplicación de Glifosato) y “Combinado”. Se relevaron valores de riqueza y cobertura de toda la comunidad. También se dividió la comunidad en grupos funcionales de acuerdo a su uso forrajero y ciertas características botánicas: “Pajas no forrajeras”, “Gramíneas forrajeras de verano”, “Gramíneas Forrajeras de invierno”, “Dicotiledóneas” y “otras” y se midió riqueza y cobertura de cada uno de los grupos. A partir de estos datos se obtuvo Riqueza e Índice de Shannon para toda la comunidad, cobertura de cada grupo funcional y Riqueza e Índice de Shannon de la comunidad dividida en grupos funcionales. El tratamiento quema fue el que mas aumento la diversidad después de la aplicación de los tratamientos a través del aumento de la riqueza y la abundancia en las especies de la comunidad. Los tratamientos Glifosato y Combinado aumentaron posteriormente la riqueza y la diversidad de la comunidad en general. Todos los tratamientos disminuyeron la cobertura de las pajas no forrajeras siendo mas efectivos los tratamientos Glifosato y combinado, lo que provocó un aumento en el grupo dicotiledóneas. Pese a eso ningún tratamiento generó cambios en la riqueza de grupos funcionales; sí en el Índice de Shannon en el tratamiento Glifosato. Los grupos funcionales Gramíneas forrajeras de verano y Gramíneas forrajeras de invierno no tuvieron aumentos apreciables en su cobertura.

Summary

In **much of** the caldenal region of the Province of San Luis, native non-palatable weeds *Jarava Ichu* Var. *Ichu* and *Nassella tenuissima* have increased their coverage and abundance, as a result of multiple disturbances of anthropic origin, due to inappropriate agricultural uses and practices, reducing the richness, plant diversity and fodder production of these environments. Therefore it is important to establish agronomic practices in order to reverse the dominant presence of non-forage weeds and increase forage productivity in these environments. The experiment consisted in

evaluating the response to the factors Fire, Application of glyphosate and a combination of both between the months of August 2009 and December 2010 with 4 measurements. The experimental design used was in completely randomized blocks with a number of 3 blocks (R), with 4 transects each, to which the treatments were randomly assigned: "control" (without intervention of any factor), "burn" (application of fire), "Glyphosate" (application of Glyphosate) and "Combined". We valued values of wealth and coverage of the entire community. The community was also divided into functional groups according to their forage use and certain botanical characteristics: "Non-forage weeds", "Summer forage grasses", "Winter forage grasses", "Dicotyledons" and "others" and we measured the richness and coverage of each of the groups. From these data we obtained Richness and Shannon Index for the whole community, coverage of each functional group and Richness and Shannon Index of the community divided into functional groups. The burning treatment was the one that increased the diversity after the application of the treatments through the increase of the richness and the abundance in the species of the community. Glyphosate and Combination treatments subsequently increased the richness and diversity of the community as a whole. All treatments decreased the coverage of the non-forage weeds, with Glyphosate and combined treatments being more effective, which caused an increase in the dicotyledonous group. In spite of this no treatment generated changes in the richness of functional groups; If at the Shannon Index in the Glyphosate treatment. The functional groups Summer forage grasses and Winter forage grasses had no appreciable increases in their coverage.

Introducción

El caldenal fue descrito a través de testimonios citados por Hickley y Knudsen (inédito, citado por Lerner, 2005) a principios de siglo xx como una sabana con árboles de caldén dispersos en un pastizal de gramíneas bajas. Abarca parte de las provincias de San Luis, La Pampa y Córdoba, siendo fuente de bienes y servicios ecosistémicos importantes como proveedor de alimentos, plantas medicinales, fibra y energía, regulación de clima, suelo, y agua, servicios de valor cultural (de valor intrínseco, recreación y endemismo) y servicio de apoyo o soporte de la producción primaria (De prada et al, 2012). Este tipo de fisonomía vegetal se presenta comúnmente donde el clima imperante es templado y semiárido, con precipitaciones estacionales y grandes amplitudes térmicas a lo largo del año, con una época de heladas que se extiende de abril a noviembre (De Fina y Ravelo, 1975; citado por Sayds, 2006). La estimación de la superficie original ocupada por el bosque de caldén varía según la fuente consultada: Anderson et al, (1970) menciona 600000 has, mientras que Gabutti (2002) la estima en 850000 has y Gomez Hermida et al (2002) contabiliza 906000 ha. El Inventario nacional de bosques nativos (Sayds, 2006) menciona una superficie original de 3.000.000 Has en la provincia de Córdoba, entre 850.000 (Gabutti, 2002) a 950.000 Has (Gomez Hermida et al. 2002) en San Luis y 3.500.000 Has (Steiben, 1958), siendo actualmente de 500.000 Has, 644.000 Has, y 1.600.000 Has en las provincias de Córdoba, San Luis, y La Pampa respectivamente (citado por Sayds, 2006).

Esta disminución de la superficie original de bosque se debió a la colonización de esta área y posterior explotación forestal primero, y reemplazo de la vegetación natural imponiendo sistemas agrícola-ganaderos después, que modifico profundamente el paisaje en términos de equilibrio biológico, tales como cambios en la dinámica térmica y física de los suelos, o diversidad y composición vegetal (Zarrilli, 2010; Bogino, 2006b). Como resultado de esto, la región del caldenal actualmente se asemeja según Bogino (2006a) a “un mosaico fragmentado en el que alternan pequeños parches de bosques, tierras cultivadas, y campos abandonados: estos últimos resultan de la sustitución del bosque por la actividad agrícola y posterior abandono de esas áreas. En consecuencia no todo el territorio que en la actualidad se designan como caldenales, corresponden a bosques prístinos, o al menos, similares en sus aspectos a los originales sino más bien a bosques significativamente empobrecidos, tanto en su fisonomía como en su composición florística”, a tal punto que es muy difícil establecer los límites naturales de sus formaciones naturales forestales (Bogino et al., 2002). Según varios autores, los principales disturbios en los pastizales de la región centro- sud de la provincia de San Luis son el sobrepastoreo, el fuego y la labranza para la implantación de cultivos anuales, con la

consecuencia del abandono de los campos por su fracaso productivo (Oriente y Anderson, 1978; Aguilera y Cortés, 1995; Aguilera et al., 1997; Aguilera et al., 1998; Steinaker et al., 1999; Cortés y Aguilera, 2003, Demarúa et al., 2008, citado por Arroyo, 2011). Debido al uso de estas tierras estos disturbios fueron relegando el bosque natural a áreas ganaderas, con distintos grados de deterioro (Agrotecnia, 1948, citado por De Prada et al., 2012). Estas acciones se visualizan como profundos disturbios en los ecosistemas dando como consecuencia cambios en su riqueza y biodiversidad. Principalmente las pajas nativas no palatables C3 (*Jarava ichu* y *Nassella tenuissima*) han expandido su rango de distribución y abundancia, disminuyendo la diversidad vegetal y la productividad forrajera de estas zonas ganaderas del caldenal; una de las explicaciones de su mayor dominancia y expansión es el aumento de la presión de pastoreo, resultado del corrimiento de la frontera agrícola que aumentó el stock bovino que soportan regiones semiáridas como el caldenal (Rauber et al; 2014). A su vez, Estelrich et al, (1997) estableció que el grado de uso por pastoreo tiene relación con la diversidad florística y la disponibilidad de biomasa aérea, con la particularidad de que se observó la menor diversidad florística ante altos y bajos grados de uso con baja y alta fitomasa aérea no forrajera y viceversa con fitomasa aérea forrajera respectivamente, comprobando el cambio en la comunidad vegetal herbácea ante el disturbio del pastoreo. Contrariamente a esto, Rauber et al (2014) encontraron mayor abundancia de pajas no forrajeras en pastoreos de intensidad intermedia para el bosque de caldén de San Luis.

La falta de información sobre cambios en la comunidad vegetal debido a disturbios comunes en el área cercana a la ciudad de Villa Mercedes (Prov. De San Luis) es lo que motiva la ejecución de esta tesis final de grado para generar esa información sobre la caracterización de la comunidad en estudio y los cambios de ésta a partir de la aplicación de los disturbios planteados.

Vista esta situación surgen las siguientes preguntas en torno a la comunidad herbácea presente en el caldenal ubicado en cercanías de Villa Mercedes.

¿Qué efecto tiene una quema del pajonal en primavera?

¿Qué efecto tiene la aplicación de glifosato?

¿Qué efecto posee la combinación de una quema en primavera con una aplicación posterior de glifosato en la dinámica y la estructura de la comunidad del pastizal?

Estos disturbios ¿provocan cambios notables en la comunidad de herbáceas?

Antecedentes

El fuego, ecológicamente es un disturbio que moviliza cambios a nivel de paisaje tanto en su fisonomía como dentro en su comunidad vegetal. Es considerada una herramienta por los ganaderos de regiones áridas y semiáridas ya que se usa para limpiar, controlar las especies leñosas y generar una respuesta de la vegetación con una mayor producción de forraje al corto plazo ya que; se elimina el material muerto, viejo o lignificado; producción de forraje de mejor calidad; mayor accesibilidad y fácil tránsito en lotes con abundantes leñosas y pajas; estímulo a la germinación de especies deseables desde el punto de vista del pastoreo; e influencia sobre el ciclo de nutrientes, en especial nitrógeno y carbono (Kunst, 2003). David Lee Anderson (1984) agrega a estas respuestas “controlar o suprimir especies arbustivas no deseables; impedir la invasión de leñosas indeseables; [...] mejorar la distribución de los animales quemando las zonas donde no llegan comúnmente; [...] rejuvenecer especies leñosas forrajeras; reducir el peligro de un fuego mucho más intenso al eliminar el mantillo y el material seco e inútil; y preparar el suelo para una siembra”. Según Llorens et al (1995) el fuego es una fuerza que crea espacios nuevos para ser ocupados por otras plantas al hacer descender abruptamente la cobertura de las plantas dominantes.

Los cambios en la cobertura de las especies herbáceas debido a fuego tienen distintos resultados dependiendo la combinación de disturbios que sufra el sitio (Llorens, 1995). Estelrich *et al.*, (2005) evaluando las coberturas de especies forrajeras como no forrajeras en un bosque abierto, observaron que posteriormente a la quema las segundas disminuyeron su cobertura a los 6 meses para recuperarla e incluso incrementarla a los 12 meses del disturbio. Las especies forrajeras redujeron su cobertura. Otras especies herbáceas incrementaron su cobertura. Por otra parte Tizon *et al.*, (2010) realizó quemas controladas cada 3-4 años y 7-8 años en un potrero durante 18 años para 2 tratamientos tomando los datos de cobertura y riqueza antes (Dic 2006) y después (Dic 2007) de la quema (Junio 2007), encontrando; a) una significativa diferencia en la composición de la comunidad vegetal entre el control y los tratamientos después de la quema, no siendo significativo entre estos; y b) una marcada reducción en la cobertura de caldén (*Prosopis caldenia*) y paja blanca (*Jarava ichu*) junto a un incremento de suelo desnudo en los tratamientos con quema, mayor cobertura por parte de la forrajera *Nasella clarazii* y un aumento del doble de Flechilla negra (*Piptochaetium napostaense*). Llorens y Frank (1999) estudiaron el efecto del fuego aplicado en distintas épocas y tomaron datos de cobertura y densidad tanto en especies forrajeras estivales como invernales y no forrajeras. Observaron que para fuegos de verano (ocurridos en Diciembre, Enero, Febrero y Marzo) la cobertura de las especies no forrajeras disminuía persistiendo hasta luego de 4 años aunque la tasa de recuperación de las

pajas era mayor para coberturas mayores a 50%. El efecto depresor sobre la cobertura de las pajas que produce el fuego de verano se sinergiza cuando es combinado con pastoreos intensos (Llorens y Frank, 1999). Respecto a la cobertura de especies forrajeras los autores observaron que aumenta al año de realizada la quema con valores mayores al original manteniéndose en el tiempo. Respecto a los fuegos de invierno los valores de las pajas se recuperan luego de 2 años debido a su alta tasa de crecimiento.

El efecto de la aplicación de agroquímicos sobre la comunidad vegetal herbácea del caldenal es tratado en diversas experiencias. Frassinelli et al, (2011) ante el problema de la alta densidad de especies no forrajeras en lotes de Nueva Galia y baja receptividad ganadera procedieron a disminuir primero el estrato herbáceo y luego sembrar especies perennes megatérmicas. Para ello se hizo una quema del estrato en marzo de 2000 y una aplicación de glifosato en dosis de 4lt/ha con el siguiente rebrote primaveral de las especies no forrajeras a fines de octubre de 2000 y siembra de *Eragrostis curvula*, *Digitaria eriantha* y *Panicum coloratum* a mediados de noviembre de 2000. Las conclusiones a las que llegan los autores hablan de una mejor limpieza del lote con quemas invernales (agosto) y no con quemas de verano por gran cantidad de materia verde, siendo insuficiente su efecto sin quema. Se destaca el excelente control químico tanto de pajas como de latifoliadas indeseables haciendo hincapié en las condiciones climáticas de aplicación, calidad de la misma y efectividad del herbicida. Debido a la irregularidad de la distribución de lluvias la implantación de las especies mencionadas tuvieron resultados dispares. Steinaker et al, (2011) ante la dominancia de *Jarava ichu* y *Nassella Tenuissima* en 6 lotes ubicados en Buena Esperanza evaluó la densidad y la cobertura de éstas antes y después de la aplicación de los siguientes 4 tratamientos: a) Aplicación aérea de glifosato (4l/ha) en Enero (Sin siembra de forrajeras), b) Aplicación de glifosato (4l/ha) + intersembrado de forrajeras Invernales (Cebadilla, Agropiro y Pasto Ovillo) en Enero, c) Aplicación de 2,4D + Glifosato (4 l/ha) + intersembrado de forrajeras invernales (Panicum, Moha) en Abril, y d) Controles (sin aplicaciones ni intersembrados). Respecto al tratamiento b) encontraron una disminución significativa de cobertura en pajas y gramíneas indeseables así como un aumento de la misma en cebadilla, invernales valiosas, y dicotiledóneas indeseables en el tratamiento donde se aplicó glifosato con una siembra posterior de forrajeras invernales (Steinaker et al; 2010, Bustos, L; 2014).

Hipótesis para el área de estudio

Tanto la quema como la pulverización con glifosato aplicadas solas o combinadas provocan un aumento en la diversidad vegetal respecto al tratamiento testigo.

Tanto la quema como la aplicación de glifosato aplicadas solas o combinadas provocan una disminución en la cobertura de las pajas no forrajeras (*Jarava ichu var. ichu* y *Nasella tenuissima*) respecto al tratamiento testigo.

La combinación de una quema y una aplicación de un herbicida sistémico efectuada en un pastizal dominado por pajas no forrajeras tienen mayor influencia sobre la diversidad dentro de la comunidad vegetal respecto a la quema o la aplicación de glifosato solos.

El control de pajas no forrajeras aumenta la diversidad general.

Objetivos

Caracterizar la riqueza y la diversidad de la comunidad antes de los tratamientos y en el lote testigo en octubre.

Efectuar el tratamiento quema en septiembre.

Evaluar la riqueza y la diversidad de la comunidad luego de haber sido expuesto el pastizal a la quema en primavera.

Efectuar el tratamiento aplicación de glifosato a una dosis de 2,5 l/ha en diciembre.

Evaluar la riqueza y la diversidad de la comunidad luego de haberse efectuado la aplicación de glifosato en el pastizal.

Efectuar el tratamiento quema + aplicación de glifosato.

Evaluar la riqueza y la diversidad de la comunidad luego de haber sido expuesto el pastizal a la quema en primavera y a la aplicación de glifosato en diciembre.

Determinar si las técnicas aplicadas (solas o combinadas) permiten incrementar la presencia de especies de interés forrajero en sectores dominados por pajonales.

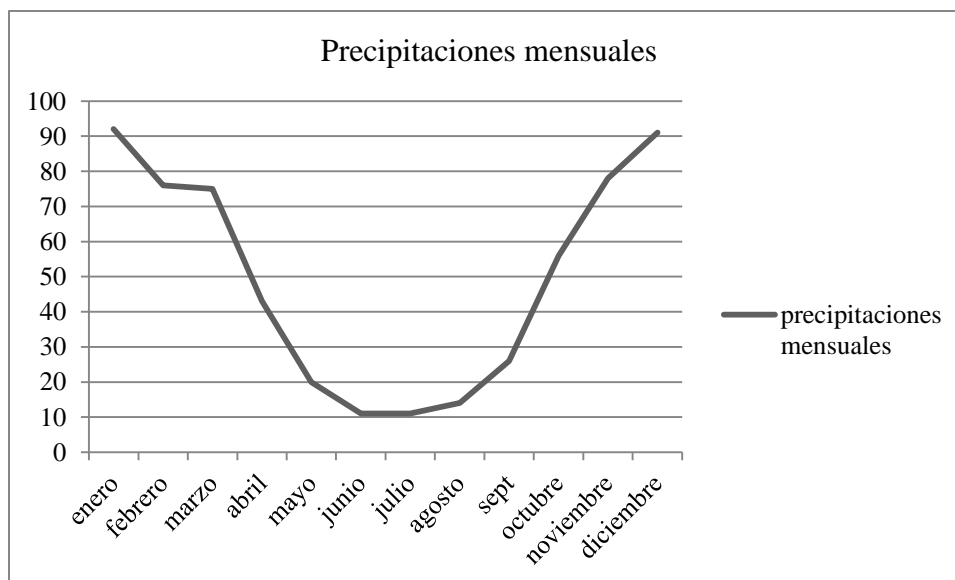
Determinar si las técnicas aplicadas (solas o combinadas) permiten incrementar la presencia de especies no forrajeras.

Materiales y métodos

Área de Estudio

El área de estudio se encuentra ubicada al noreste de la ciudad de Villa Mercedes, San Luís (S 33° 40' 02'', W 65° 23' 12''), en un área de bosque de Caldén (*Prosopis caldenia*), dentro del predio de la Estación Agropecuaria del INTA San Luís. El estrato arbóreo se encuentra dominado por *P. caldenia* y presenta un estrato gramíneo mixto dominado por pastos perennes C₃ (*Jarava ichu* var. *ichu*, *Nasella tenuissima*, *Piptochaetium napostaense*, *Poa ligularis*), C₄ (*Digitaria californica*, *Setaria leiantha*, *Eustachys retusa*, *Schizachyrium condensatum*, *Setaria leucopila*, *Pappophorum pappipherum*), y latifoliadas anuales (*Heteroteca subaxillaris*, *Chenopodium spp.*). La temperatura media anual del sitio es de 15,8 °C y el régimen de lluvias es monzónico teniendo una precipitación anual de 669 mm con un coeficiente de variación interanual del 21%, siendo el invierno la estación más seca y variable del año (74%) y el verano la más lluviosa y menos variable (31%). El suelo es un *Ustipsament típico (Entisol)*, con textura arenosa franco gruesa (Cabrera, 1976; Anderson et al., 1970). Los promedios mensuales de las precipitaciones de la zona (Veneciano y Federigi, 2008) están distribuidos como indica la figura 1:

Figura 1: Precipitaciones promedio mensuales históricas caídas en la E.E.A.Villa Mercedes (San Luis) en todo el año.



Métodos

El experimento consistió en evaluar la respuesta a los factores fuego, aplicación de Glifosato y una combinación de ambos. El diseño experimental usado fue en bloques completamente aleatorizados con un número de 3 bloques (R), con 4 transectas cada uno (T: T1 T2 T3 T4) (Tabla 1) a las que se les asignaron al azar los tratamientos: “Testigo” (sin intervención de ningún factor a T1), “quema₁” (aplicación de fuego a T2), “Glifosato₂” (aplicación de Glifosato a T3) y “Combinado₃” (aplicación de quema y glifosato a T4). Las parcelas donde se asignaron las transectas al azar fueron de 8m x 15 m y las transectas de 10 m de largo. La visualización del diseño figura en la tabla 1.

Tabla 1: descripción del diseño del trabajo. Los bloques son representados por la letra R y un número por bloque. Cada transecta está representada por la letra T y un número que indica el tratamiento. Los tratamientos están representados por letras; T corresponde a testigo, Q a tratamiento “Quema”, G a tratamiento “Glifosato”, y Q+G a tratamiento “Combinado”.

Transecta	Tratamiento
R1 T1	T
R1 T2	Q
R1 T3	G
R1 T4	Q + G
R2 T1	T
R2 T2	Q
R2 T3	G
R2 T4	Q + G
R3 T1	T
R3 T2	Q
R3 T3	G
R3 T4	Q + G

¹ La quema se realizó el 9/9/2009 entre las 9 y 10 hs bajo condiciones adecuadas de Temperatura, Viento y humedad en el suelo. La aplicación del mismo se hizo respetando el Art. 15, Decreto N° 2509-MLyRI 2005 que autoriza el uso del fuego para adelantar la brotación de las gramíneas nativas (Ministerio de medio ambiente, 2012).

² La pulverización se realizó el 11/12/2009 empleando el herbicida glifosato con una dosis de 2,5 l/ha empleando una mochila pulverizadora.

³ Se realizó quema el 9/9/2009 y aplicó glifosato el 11/12/2009 en las transectas asignadas a este tratamiento.

En cada una de las lecturas de transectas se realizaron 10 cuadrantes de 0,5 por 0,20 m (0,1m²) registrando composición florística y cobertura, *sensu* Daubenmire (metodología propuesta por Daubenmire, 1959).

A partir de estos datos se calculó riqueza y diversidad, aplicado a toda la comunidad y por grupos funcionales (Pajas no forrajeras, Gramíneas forrajeras de verano, Gramíneas forrajeras de invierno, Dicotiledóneas, y Otras) para cada tratamiento y cada fecha. El método estadístico aplicado fue el análisis de varianza, y la prueba a posteriori utilizada fue el Test LSD de Fisher obtenido a través del software estadístico INFOSTAT versión estudiantil 2015 (Di Rienzo et. al. 2015). Se asumió una probabilidad de error del 5%.

La primer lectura (F1) se realizó en agosto de 2009 a las transectas que se iban a quemar tanto sola (T2) como combinación (T4). En octubre de 2009 se efectuó la primer lectura a las transectas restantes (testigo T1 y a las que se le aplicó glifosato: T3).

La segunda lectura (F2) se realizó el 20 diciembre de 2009 a todas las transectas.

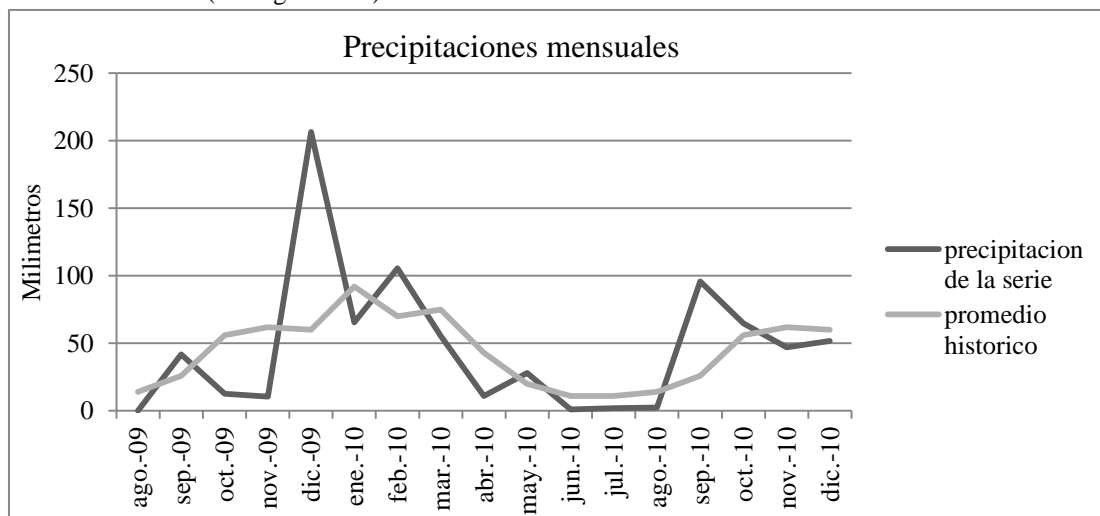
La tercer lectura (F3) el 11 de marzo de 2010 a todas las transectas. Por último, la cuarta lectura se realizó el 12 de diciembre de 2010 también a todas las transectas.

Los resultados de riqueza y diversidad se expresan por comunidad total y por grupo funcional de especies, donde se tuvo en cuenta los siguientes grupos: Pajas no forrajeras (*Nassella tenuissima*, *Jarava ichu* var. *Ichu*); Gramíneas forrajeras de verano (*Sporobolus cryptandrus*, *Setaria leucophila*, *Setaria leiantha*, *Bothriochloa springfieldii*, *Digitaria californica*, *Trichloris crinita*, *Schyzachyrium condensatum*, *Aristida subulata*, *Pappophorum caespitosum*); Gramíneas forrajeras de invierno (*Piptochaetium napostaense*, *Poa ligularis*, *Briza subaristata*, *Nassella tenuis*); Dicotiledóneas (*Xanthium spinosum*, *Bidens subalternans*, *Clematis montevidensis*, *Salsola kali*, *Sphaeralcea bonariensis*, *Hetheroteca subaxilaris*, *Nicotiana glauca*, *Amaranthus quitensis*, *Chenopodium album*); y Otras (*Ephedra* spp, y *Oxalis* spp.). La división de la misma se hizo de acuerdo al uso forrajero de las especies relevadas, y criterios taxonómicos de las mismas. Una división similar de la comunidad se puede ver en Llorens y Frank (1999).

Resultados y discusión

En primer lugar, se analizó la precipitación mensual ocurrida en el área de Villa Mercedes (Fig.2) dentro de los siguientes periodos de interés: entre agosto de 2009 hasta diciembre de 2010 para ver su influencia en los resultados. La línea gris clara representa el promedio climático de precipitaciones para los mismos meses (Veneciano y Federigi, 2008).

Figura 2: Sumatoria de lluvias mensuales ocurridas en la E.E.A. Villa Mercedes entre agosto del año 2009 a abril del año 2011(línea gris oscura) y promedio mensual de precipitaciones histórico por mes para Villa Mercedes (línea gris clara).



Se observó un déficit hídrico durante los meses de agosto, octubre y noviembre del año 2009 en el lugar donde se llevó a cabo el ensayo, afectando principalmente a los resultados de la primer lectura. De aquí en adelante, se le llama “Agosto-09” a la primer lectura de todos los tratamientos sin distinción si se realizó en agosto u octubre del año 2009.

El déficit hídrico mencionado anteriormente afectó el rebrote y generación de biomasa de la comunidad vegetal en la primer fecha de lectura, lo que se reflejó en la cobertura vegetal de todas las especies en todos los tratamientos medidas en la primer lectura.

El conocimiento florístico de la zona en estudio es de gran importancia a la hora de emprender estudios sobre aspectos biológicos de la comunidad sobre la que se trabaja. La Riqueza, está definida como el número de especies que se encuentran en una unidad de muestreo (Villar, 2016). Melic (1993) la define como: “el número de especies de fauna y flora diferentes presentes en un determinado espacio (ecosistema, biotopo o superficie) y en un determinado periodo de tiempo”.

En la tabla 2 se presenta la lista florística, con las especies encontradas más comúnmente en las transectas relevadas en todas las fechas de lectura con información complementaria de ciclo de vida y ciclo de crecimiento.

Tabla 2: Especies presentes en las transectas relevadas en todas las fechas de lectura.

Especies	Ciclo de vida	Ciclo de crecimiento
<i>Jarava ichu var. ichu</i>	Perenne	Estival
<i>Nasella tenuissima</i>	Perenne	Estival
<i>Pappophorum pappiferum</i>	Perenne	Estival
<i>Sporobolus criptandrus</i>	Perenne	Estival
<i>Bidens subalternans</i>	Anual	Estival
<i>Ephedra spp</i>	Perenne	Estival
<i>Salsola kali</i>	Anual	Estival
<i>Setaria leucopila</i>	Perenne	Estival
<i>Chenopodium álbum</i>	Anual	Estival
<i>Aristida mendocina</i>	Perenne	Estival
<i>Hetheroteca latifolia</i>	Anual	Otoño-invernal
<i>Galinsoga parviflora</i>	Anual	Estival

La riqueza totalizó 11 especies entre las más comunes en todas las transectas y en todas las fechas de lectura. Este número resultó similar al obtenido por Bustos (comunicación personal).

Debido a las fechas de lectura de las transectas y al clima de tipo monzónico, el 92% de las especies observadas son de ciclo de crecimiento estival y el 8% restante de crecimiento invernal. Un 58% son de ciclo de vida perenne, lo que influye en el uso de los recursos de ese ambiente.

Riqueza de la comunidad y de grupos funcionales

En la figura 3 se muestran los valores de riqueza entre fechas por cada uno de los tratamientos.

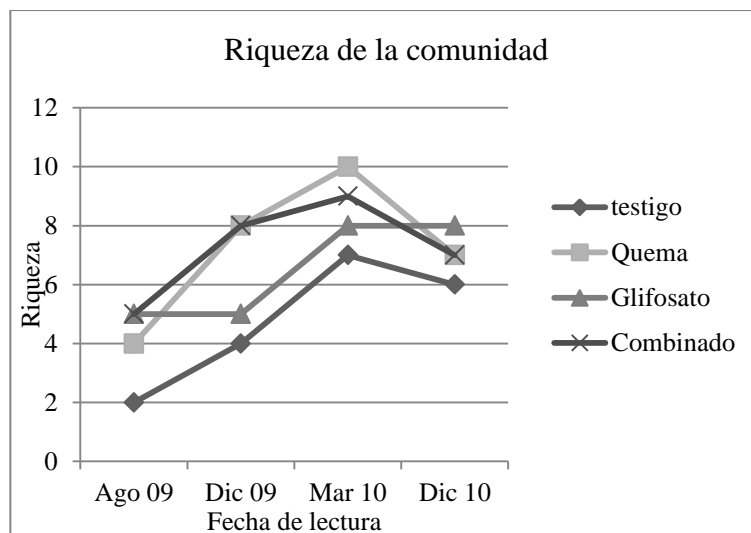


Figura 3: Riqueza promedio de cada tratamiento en todas las fechas de lectura.

Tabla 3: Diferencias estadísticas entre riquezas de distintas fechas dentro de cada tratamiento.

	Ago 09	Dic 10	Mar 10	Dic 10
Testigo	a	b	b	b
Quema	a	ab	b	ab
Glifosato	a	a	a	a
Combinado	a	a	a	a

Tabla 4: Diferencias estadísticas entre riquezas de distintos tratamientos dentro de cada fecha de muestreo.

	Testigo	Quema	Glifosato	Combinado
Ago-09	a	ab	b	b
Dic-09	a	b	a	b
Mar-10	b	b	a	a
Dic-10	a	a	a	a

Los resultados del análisis de riqueza de la comunidad mostraron los valores más altos en marzo de 2010. En forma similar al testigo, los tratamientos quema y combinado disminuyen su valor en diciembre de 2010. El único que no disminuyó su valor de riqueza en esa fecha fue el tratamiento glifosato, el cual aumentó en la segunda fecha de lectura para luego mantenerse constante.

Comparando los valores de las distintas fechas de lectura dentro de cada tratamiento (figura riqueza), los tratamientos testigo y quema son los que tienen proporcionalmente un mayor aumento, dando diferencias estadísticamente significativas. La riqueza del testigo, al no aplicársele ninguno de los disturbios, aumentó entre las lecturas debido a la ocurrencia particular

de las precipitaciones. Estas fueron escasas entre los meses de septiembre y noviembre al momento de la primera lectura, aumentando en diciembre con presencia de plántulas de otras especies, y haciendo posible el aumento en la riqueza del testigo desde la segunda lectura (diciembre de 2009) hasta la tercera (marzo de 2010).

Respecto al tratamiento quema, que tuvo diferencias estadísticas, sus valores de riqueza aumentaron en 4 especies en diciembre de 2009, 2 especies en marzo de 2010 y en diciembre de 2010 bajó el número de especies en 3. La misma tendencia tuvo el tratamiento combinado, que en el segundo muestreo (diciembre del 2009) aumentó en 3, luego en marzo de 2010 aumentó en 1 especie, y para diciembre del mismo año bajó en 2 la riqueza. Tanto el tratamiento combinado como el tratamiento glifosato no tuvieron diferencias estadísticamente significativas. Este último solo aumentó su riqueza entre diciembre de 2009 a marzo de 2010, manteniéndola posteriormente.

En estos valores de riqueza, lo que vemos es que la quema tiene efectos más inmediatos sobre la misma, modificando en forma beneficiosa los recursos para nuevos individuos y especies debido a la eliminación de la biomasa aérea verde y senescente de las especies dominantes, coincidiendo con Llorens (1995). Esto provoca una modificación en el medio que se ve reflejada en una disminución de la competencia y un cambio en el uso de los recursos que otorga el ambiente, que favorece el aumento significativo de la riqueza de la comunidad luego del disturbio fuego, en forma progresiva hasta el fin del verano del primer año principalmente. Al contrario de los resultados expuestos, Tizon et al (2010) al sur de la provincia de La Pampa encuentran 5 especies menos entre los tratamientos a los que se le efectuaban quemas en otoño y el testigo. La riqueza tomada en diciembre de 2010 disminuye debido al aumento de la cobertura de *Jarava ichu* y *Nassella tenuissima* (Grupo “pajas no forrajeras”, de mayor presencia) y la disminución del resto de las especies, fundamentalmente dicotiledóneas, explicado por la menor mortalidad de las pajas no forrajeras.

Respecto a los valores de riqueza del tratamiento glifosato, no se ven diferencias estadísticamente significativas entre la primera y la segunda lectura (Octubre de 2009 a diciembre de 2009), dado que lluvias superiores a los 5 milímetros comenzaron a caer recién 6 días antes de la aplicación del glifosato. Esto como ya se dijo, atrasó la germinación de nuevos individuos y el rebrote y generación de biomasa de la comunidad. Debido a esto, el efecto del herbicida se observó solo en los individuos de la comunidad vegetal presentes con anterioridad, aumentando la mortalidad en este grupo y las pocas plántulas emergidas de otras especies. Esto explicó la baja en cobertura de las pajas no forrajeras en el resto del período. La biomasa aérea muerta resultante no permitió la entrada de luz y temperatura para lograr la germinación de

individuos nuevos de otras especies entre la aplicación del tratamiento y diciembre de 2009. Ya en marzo de 2010 la riqueza aumentó por la progresiva disminución de la biomasa aérea muerta en pie que mejoró las condiciones de luz y temperatura ya mencionadas. Este valor se mantiene en diciembre de 2010 por los cambios que posibilitó ese aumento de la mortalidad del grupo funcional “pajas no forrajeras”.

Para el caso del tratamiento combinado, lo esperable es que la quema elimine la biomasa aérea, genere el rebrote de las especies no forrajeras y que la posterior aplicación del herbicida provoque la muerte de estas. Esto es ratificado por experiencias realizadas en el establecimiento “El Tapayo”, donde se aplicó una dosis de 2,5 Litros por hectárea de glifosato como aplicación aérea en primavera conjuntamente con siembra aérea de pasturas megatérmicas y con una quema en el invierno precedente que provocó el rebrote de las especies indeseables de pajas con anticipación que mejora su control químico (Bustos, L. comunicación personal; Steinaker et al, 2011; Suplem. Tranquera abierta, 2009).

Los resultados que se obtuvieron en el tratamiento combinado muestran cambios similares en la riqueza a los que se ven en el tratamiento quema aunque con diferencias a partir de marzo de 2010. Posiblemente lo que haya determinado los valores de riqueza hayan sido por un lado la quema efectuada, y por otro el déficit hídrico imperante. Ya en diciembre de 2009, con lluvias que mejoraron la humedad del ambiente, la aplicación del herbicida pudo haber afectado no solo a las pajas sino también a individuos de otras especies que con la quema y las lluvias hayan germinado y crecido siendo algo menor la riqueza en marzo de 2010 del tratamiento combinado respecto al tratamiento quema. Claramente todos los tratamientos aumentan su riqueza hasta marzo de 2010, disminuyendo a la siguiente lectura, en Diciembre de 2010, salvo el tratamiento glifosato.

La tabla 4 del anexo compara los valores de riqueza de la comunidad entre tratamientos por cada una de las fechas de lectura.

Comparando los valores de riqueza entre tratamientos para la misma fecha se observó que estos en agosto de 2009 muestran diferencia estadística, siendo los mayores los pertenecientes a los tratamientos glifosato y combinado, y el menor al testigo. El tratamiento quema no presenta diferencia estadísticamente significativa respecto al resto de los tratamientos, con valores intermedios entre el testigo y los tratamientos glifosato y combinado. Ya en Diciembre del mismo año los tratamientos quema y combinado se diferenciaron estadísticamente del resto. En marzo de 2010 el testigo y el tratamiento quema fueron los que mantuvieron diferencias estadísticas significativas del resto con el valor más alto. Los valores de riqueza fueron progresando con las lecturas hasta no tener diferencias en diciembre de 2010 entre ellos.

Grupos funcionales.

También se obtuvieron los valores de riqueza aplicados a los grupos funcionales que se muestra en la figura 4. Esto se hizo con el fin de observar posibles cambios en la presencia de estos (grupos funcionales) entre fechas y entre tratamientos a causa de los disturbios aplicados.

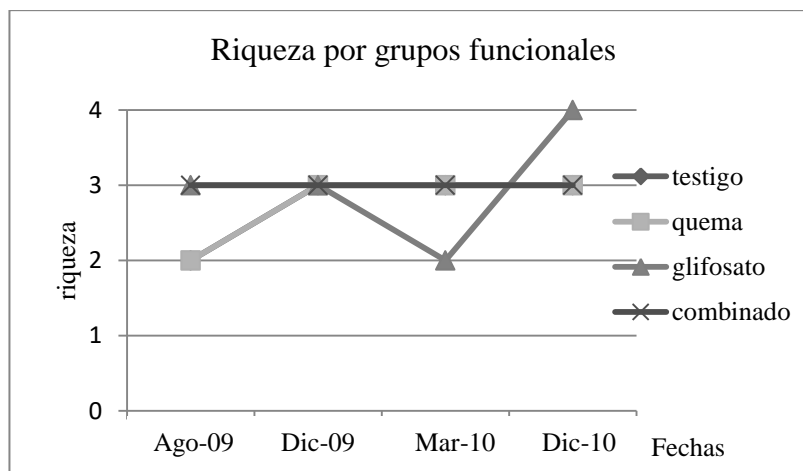


Figura 4: Riqueza de grupos de cada tratamiento en cada fecha de lectura.

Tabla 5: diferencias estadísticas entre riqueza de grupos funcionales comparados entre fechas de muestreo para cada tratamiento. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Ago-09	Dic-09	Mar-10	Dic-10
Testigo	a	b	b	b
Quema	a	a	a	a
Glifosato	a	a	a	a
Combinado	a	a	a	a

Tabla 6: diferencias estadísticas entre riqueza de grupos funcionales comparados entre tratamientos para cada fecha de muestreo. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Testigo	Quema	Glifosato	Combinado
Ago-09	a	a	a	a
Dic-09	a	a	a	a
Mar-10	b	b	a	b
Dic-10	a	a	a	a

Los cambios observados entre fechas dentro de los tratamientos quema, glifosato y combinado no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las distintas fechas, a diferencia del testigo donde si las hay (Tabla 5). En su evolución, se observó que el tratamiento

quemó sus valores de riqueza desde los valores más bajos en Agosto de 2009 hasta sus valores más altos en Diciembre de 2009, Marzo y Diciembre de 2010. El tratamiento combinado mantuvo constantes los valores de riqueza de grupos en el tiempo. Por el contrario, el tratamiento glifosato disminuyó el valor de riqueza entre Agosto de 2009 y Marzo de 2010 (debido a la desaparición del grupo gramíneas forrajeras de verano) para luego ser el mayor de todos en Diciembre de 2010.

La riqueza por grupos se mantuvo estable y sin diferencias estadísticas significativas entre sus valores, por lo que se puede suponer que ésta es más estable en valores medios a altos. Esto se relaciona con los valores de coberturas obtenidos de cada grupo, donde vemos que ningún grupo en los que se separó la comunidad desaparece, a pesar de los cambios que se observaron, motivado fundamentalmente por su persistencia en el banco de semillas.

Estos mismos valores comparados entre tratamientos por cada fecha de lectura (Tabla 6), dieron diferencias estadísticamente significativas solamente en la tercer lectura, en marzo de 2010 entre todos los tratamientos respecto al tratamiento glifosato, que tuvo el menor valor en esa fecha. Esto se debió a la desaparición del grupo funcional “Gramíneas forrajeras de verano” en marzo de 2010. Luego, al aumentar hasta el valor mas alto en diciembre de 2010 no tuvo diferencias estadísticamente significativas con los otros tratamientos. El valor más alto entre todos los tratamientos corresponde al tratamiento glifosato en Diciembre de 2010, seguido de los valores del resto de los tratamientos en Diciembre de 2009.

Cobertura de grupos funcionales

De acuerdo a materiales y métodos se dividió la comunidad en distintos grupos funcionales: Pajas no forrajeras, Dicotiledóneas, gramíneas forrajeras de verano, Gramíneas forrajeras de invierno y otras especies.

Dentro de los tratamientos, los grupos funcionales que mayor cobertura mostraron fueron los de pajas y de dicotiledóneas.

Los datos de cobertura de pajas no forrajeras se observan en la figura 5.

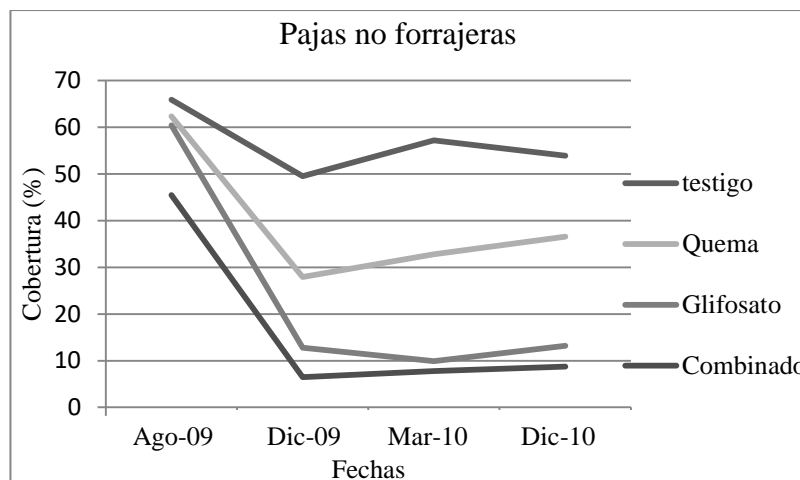


Figura 5: Cobertura promedio de Pajas No Forrajeras de cada tratamiento en las fechas de lectura.

Tabla 7: diferencias estadísticas entre coberturas de Pajas No Forrajeras comparadas entre fechas de muestreo para cada tratamiento. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Ago-09	Dic-09	Mar-10	Dic-10
Testigo	a	a	a	a
Quema	b	a	ab	ab
Glifosato	b	a	a	a
Combinado	b	a	a	a

Tabla 8: diferencias estadísticas entre coberturas de Pajas No Forrajeras comparadas entre tratamientos para cada fecha de muestreo. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas.

	Testigo	Quema	Glifosato	Combinado
Ago-09	a	a	a	a
Dic-09	b	ab	a	a
Mar-10	c	b	a	a
Dic-10	c	b	a	a

Se comparó las coberturas promedio entre fechas por cada tratamiento y se observaron disminuciones estadísticamente significativas en los valores entre agosto y diciembre de 2009 para todos los tratamientos excepto el testigo. Los tratamientos glifosato y combinado mantienen las diferencias estadísticas en las fechas posteriores (Tabla 7).

Observando la figura 5, los datos obtenidos mostraron que el tratamiento que disminuyó más la cobertura de las pajas no forrajeras en el tiempo fue el tratamiento combinado. Los aumentos posteriores a la segunda lectura (diciembre 2009), leves en los tratamientos glifosato y combinado y algo mayores en el tratamiento quema, se deben a la época donde se efectuó cada

lectura. La tercera lectura (marzo 2010) es al final del verano, donde se acumula más biomasa y por ende aumenta la cobertura, y la última (diciembre 2010) es a mediados de la estación de crecimiento, al año siguiente, también con incrementos en biomasa y cobertura. En estos momentos de lectura, los cambios en la cobertura también están estrechamente ligados a la mortalidad de los tratamientos sobre la población de pajas no forrajeras, donde es presumible que ha sido mayor en los tratamientos glifosato y combinado y menor en el tratamiento quema, que mostró una cierta recuperación en la cobertura.

En el tratamiento quema la cobertura aumentó en marzo y diciembre de 2010, perdiendo la diferencia estadística respecto al valor de cobertura en agosto de 2009.

De acuerdo a la tabla 6, que compara la cobertura de las pajas no forrajeras entre tratamientos por cada una de las fechas (Tabla 8), se observó que para agosto y octubre de 2009 (primer lectura) no se encontraron valores de cobertura de pajas diferentes estadísticamente. En diciembre del mismo año la cobertura de estas dio diferencias estadísticas entre el testigo y los tratamientos glifosato y combinado, pero para el tratamiento quema no tuvo diferencias estadísticamente significativas con ningún tratamiento. En las lecturas correspondientes a marzo y diciembre de 2010, los valores mas bajos pertenecían a los tratamientos glifosato y combinado, teniendo diferencias estadísticamente significativas al resto de los tratamientos. El tratamiento quema también se diferenció con los otros tratamientos, con valores mas altos respecto a los tratamientos glifosato y combinado, y menores respecto al testigo.

En el caso de las dicotiledóneas, como muestra la Figura 6, estas aumentaron su cobertura en los tratamientos glifosato y combinado en el tiempo.

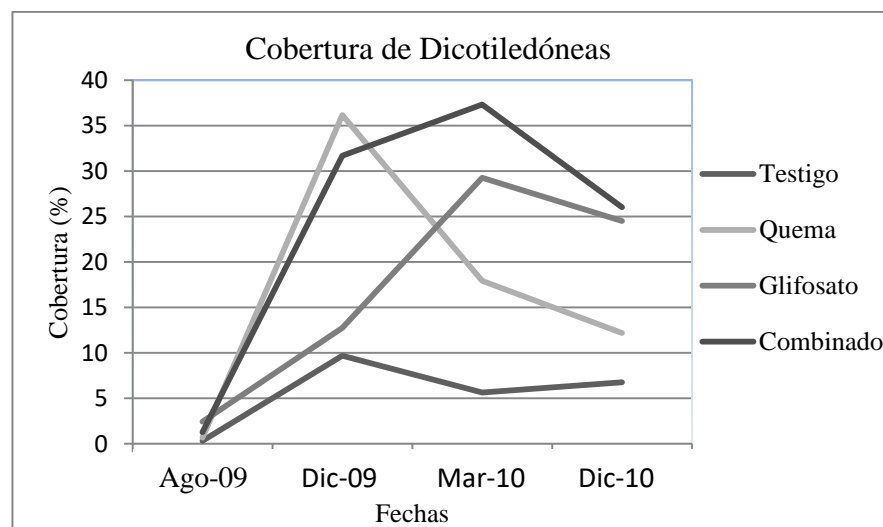


Figura 6: Cobertura promedio del grupo funcional “Dicotiledóneas” en cada tratamiento por cada fecha de lectura.

Tabla 9: diferencias estadísticas entre coberturas de dicotiledoneas comparadas entre fechas de muestreo para cada tratamiento. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Ago-09	Dic-09	Mar-10	Dic-10
Testigo	a	a	a	a
Quema	a	c	b	b
Glifosato	a	ab	b	b
Combinado	a	b	b	ab

Tabla 10: diferencias estadísticas entre coberturas de dicotiledoneas comparadas entre tratamientos para cada fecha de muestreo. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Testigo	Quema	Glifosato	Combinado
Ago-09	a	ab	b	ab
Dic-09	a	b	a	b
Mar-10	a	b	bc	c
Dic-10	a	a	a	a

Un aumento considerable y estadísticamente mas alto se observó en Diciembre de 2009 respecto a Agosto de 2009 (primer lectura) y correspondió al tratamiento quema. Luego, en las lecturas posteriores baja su valor, posiblemente por el rebrote de las pajas no forrajeras que generan una competencia con el resto de las especies presentes. En el tratamiento glifosato, no se vio diferencia estadísticamente significativa entre agosto y diciembre de 2009 (Tabla 8), sin embargo sí se observaron diferencias estadísticamente significativas en marzo de 2010 y diciembre de 2010, que son mayores. El tratamiento combinado tuvo un aumento importante en la lectura correspondiente a diciembre de 2009 y Marzo de 2010 respecto a la lectura de agosto de 2009, donde se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ellas. En todos los tratamientos los valores de cobertura bajaron entre marzo y diciembre del año 2010, posiblemente explicado por el aumento de la cobertura de las pajas no forrajeras presentes en el momento, en distinta magnitud.

Comparando las coberturas del grupo dicotiledóneas de cada fecha entre todos los tratamientos (tabla 10) se observaron en las tres primeras fechas diferencias estadísticamente significativas. El valor más alto entre agosto y octubre de 2009 fue el correspondiente al tratamiento glifosato. En diciembre de 2009 los tratamientos que se diferencian por tener los valores más altos son el tratamiento quema y el combinado. Ya en la lectura de Marzo de 2010, el tratamiento combinado siguió aumentando la cobertura donde tuvo diferencias estadísticas con el tratamiento quema, que bajó sensiblemente. En esta fecha, el tratamiento glifosato no tiene diferencias estadísticas ni con el tratamiento combinado ni con el tratamiento quema. En

Diciembre de 2010 no se vieron diferencias estadísticas, donde se observó que los tratamientos glifosato y combinado bajan su valor de cobertura aunque mantienen los valores más altos.

Del resto de los grupos funcionales el único que mostró cambios en sus coberturas es el de gramíneas forrajeras de verano. Las coberturas promedio comparadas entre fechas por tratamientos se muestran en el Figura 7:

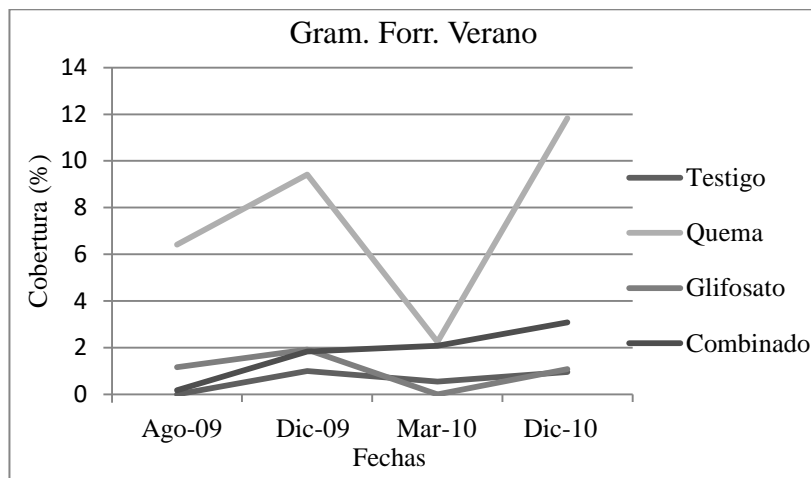


Figura 7: Cobertura promedio de Gramíneas Forrajeras de verano de cada tratamiento en cada fecha de lectura.

Tabla 11: diferencias estadísticas entre coberturas de Gramíneas forrajeras de verano comparadas entre fechas de muestreo para cada tratamiento. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Ago-09	Dic-10	Mar-10	Dic-10
Testigo	a	a	a	a
Quema	a	a	a	a
Glifosato	a	a	a	a
Combinado	a	a	a	a

Tabla 12: diferencias estadísticas entre coberturas de Gramíneas forrajeras de verano comparadas entre tratamientos para cada fecha de muestreo. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Testigo	Quema	Glifosato	Combinado
Ago-09	a	b	ab	a
Dic-09	a	b	ab	ab
Mar-10	ab	c	a	bc
Dic-10	a	b	ab	ab

No se encontraron diferencias entre fechas dentro de cada tratamiento para los valores de cobertura para este grupo funcional (Tabla 11).

Los valores de cobertura comparados entre tratamientos por fechas son mayores para el tratamiento quema en todas las fechas respecto a los otros tratamientos ya que el fuego, eliminando la biomasa muerta, contribuyó al nacimiento de nuevos individuos de este grupo, encontrando diferencias estadísticamente significativas (Tabla 12). La única excepción se dio en marzo de 2010 con el tratamiento combinado que no tuvo diferencias con el mismo, pero sí con los 2 tratamientos restantes. Esto se debe a la senescencia natural de este grupo por su ciclo anual y época primavera-estival. Los tratamientos glifosato y combinado no tuvieron cambios importantes en la cobertura de este grupo.

Los dos grupos funcionales restantes (especies forrajeras de invierno y otras especies) no tuvieron diferencias estadísticas entre tratamientos ni entre fechas dentro de cada tratamiento.

Los cambios observados en las coberturas de cada grupo funcional entre fechas fueron importantes, observándose que en todos los tratamientos excepto el testigo, la cobertura de pajas disminuyó, mientras que la cobertura de dicotiledóneas y gramíneas forrajeras de verano aumentó. Para el caso del tratamiento quema, Esterlich et al (2005) describen algo similar, donde a los 6 meses de una quema de otoño las pajas disminuyeron su cobertura y se incrementó la cobertura de especies herbáceas (ídem dicotiledóneas del presente trabajo). En contraparte, disminuyó la cobertura de especies forrajeras. Ya a los 12 meses de la quema la cobertura de pajas había recuperado e incluso aumentado respecto a la primera medición.

Llorens y Frank (1995) en el área de caldenal de Victorica (La Pampa) efectuaron quemas de verano donde observaron grandes diferencias respecto a la evolución de los grupos funcionales, coincidiendo parcialmente con los resultados obtenidos aquí: las gramíneas intermedias no forrajeras disminuyeron su densidad y cobertura manteniendo bajos sus valores en forma perdurable dependiendo de la cobertura antes del fuego; las gramíneas forrajeras invernales aumentan sustancialmente su densidad, mientras que en las gramíneas forrajeras de verano es dependiente de la densidad, pero concluyendo que la producción de estas mejora al cabo de un año, cuando lo observado en los resultados de este trabajo fue un aumento de las gramíneas forrajeras de verano y muy poca presencia de gramíneas forrajeras de invierno.

En los resultados referidos por Llorens y Frank (1995), el comportamiento de la cobertura relativa entre especies forrajeras de verano e invierno frente al fuego tiene efectos particulares invirtiéndose; cuando la mayor cobertura corresponde a las especies de verano, en estas desciende dejando lugar a las invernales y viceversa cuando las invernales son la de mayor cobertura. Las coberturas y densidades de estos grupos en el trabajo de Llorens y Frank (1999) dependen de la densidad y cobertura previa y de la intensidad del fuego. Esto podría explicar el aumento de las gramíneas forrajeras de verano y la escasa presencia de las gramíneas forrajeras

de invierno en los resultados aquí presentados, relacionado a una menor presencia de estas últimas en el banco de semillas del suelo y a la liberación de espacios en una época distinta a su momento de germinación y emergencia.

Concretamente en el presente trabajo, los tratamientos en los cuales se usa fuego, se ve mayor cobertura de pajas en el tratamiento quema respecto al combinado, debido a la combinación de fuego con la aplicación de glifosato, lo que aumenta la mortalidad de individuos de pajas. Pelaez et al. (2008) mencionan que la mortalidad de *Stipa gyneroides* (*Jarava ichu* var. *Ichu*) y *Stipa speciosa* (*Pappostipa speciosa*) en el caldenal del sudeste de la provincia de la pampa después de aplicar un fuego en otoño oscila entre un 32 y un 42%, cuya explicación es que “los puntos de crecimiento están expuestos a altas temperaturas durante más tiempo porque tienen una mayor acumulación de material muerto (combustible), por su mayor tamaño y por ser raramente consumidas por el ganado”, con lo que es esperable que la mortalidad sea mayor con una aplicación posterior de un herbicida. Esto coincide con Bustos (2014), que en 2 lotes en Buena Esperanza (San Luis) en un bosque de caldén efectuó en uno de ellos una aplicación aérea sola de glifosato y en el otro una quema en principios de primavera y aplicación aérea con glifosato un mes después en lotes distintos con posterior siembra aérea de especies forrajeras no nativas en ambos. En esta experiencia observó una disminución del predominio de pajas, un aumento del predominio de las especies forrajeras nativas, un aumento de la diversidad de especies y de la equitatividad en términos generales. Comparando entre los resultados de los dos lotes se observó que el control de las pajas fue más efectivo en el lote 2 (quema de primavera con una aplicación aérea de glifosato), afectando la competencia y otros factores como la disponibilidad de recursos, con lo que incrementó la cobertura tanto de la población de cola de zorro, dicotiledóneas y especies forrajeras de verano respecto al lote 1. Esto es comparable a la disminución de las pajas y al aumento de las dicotiledóneas de este trabajo, aunque no se observó un aumento de las gramíneas forrajeras de verano en los tratamientos glifosato y combinado, a diferencia del tratamiento quema donde si hubo aumento. Una posible explicación de este hecho es la aplicación del herbicida en un momento de germinación, emergencia y crecimiento de las gramíneas forrajeras de verano luego de haber efectuado la quema de primavera. Rodríguez y Jacobo (2012) advierten que “Cuando el control de la competencia se efectúa mediante la aplicación de herbicidas, resulta fundamental conocer el efecto de los distintos tipos de herbicidas (sistémicos o de contacto, selectivos o no), de las dosis aplicadas, de la época de aplicación, etc. sobre las especies para no dañar la vegetación original que se desea conservar” (Rodríguez y Jacobo, 2012).

Podemos inferir que el porcentaje de pajas que sobrevivió al fuego prescripto enfrentó luego la aplicación de glifosato en desventajas claras, debido a las características técnicas de este herbicida (penetración foliar, sistémico, de carácter total, y la condición en que se encontraban éstas, ya que su parte aérea estaba compuesta de biomasa verde, que es la principal vía de entrada entre la planta y el químico en cuestión.

Diversidad.

Una de las cualidades relevadas, la Riqueza, está definida como el número de especies que se encuentran en una unidad de muestreo (Villar, 2016), siendo uno de los componentes de la biodiversidad, aunque se debe complementar con otros que cuantifiquen además la abundancia relativa de cada especie (Villarreal et al, 2004). O sea, la biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies, sino también de la dominancia relativa y la abundancia de cada una de ellas (Cavigliasso, comunicación personal; Melic, 1993).

La explicación de complementar estos dos valores se da por el hecho de que 2 comunidades pueden tener la misma riqueza, pero que sean muy distintas en términos de la abundancia relativa o dominancia de cada especie (Tarwi, 2016). El valor de importancia que se usó para medir abundancia relativa es cobertura.

La biodiversidad de una comunidad se puede interpretar con el índice de Shannon-weaver, cuyo valores dan una medida de la variedad de las comunidades en estudio.

La comparación de los valores del índice de Shannon-weaver entre tratamientos por fecha se observa en la figura 8:

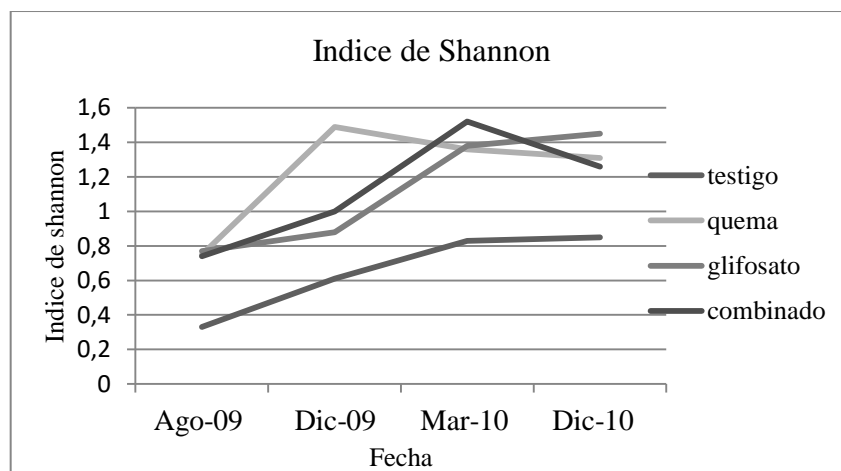


Figura 8: Índices de Shannon-weaver de cada tratamiento en cada fecha de lectura.

Tabla 13: diferencias estadísticas entre índices de Shannon-weaver comparados entre fechas de muestreo para cada tratamiento. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Ago-09	Dic-09	Mar-10	Dic-10
Testigo	a	ab	b	b
Quema	a	b	ab	ab
Glifosato	a	a	a	a
Combinado	a	a	a	a

Tabla 14: diferencias estadísticas entre índices de Shannon-weaver comparados entre tratamientos para cada fecha de muestreo. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Testigo	Quema	Glifosato	Combinado
Ago-09	a	a	a	a
Dic-09	a	b	ab	ab
Mar-10	a	a	a	a
Dic-10	a	ab	b	ab

En la evolución de los índices de Shannon se observó que tuvieron una tendencia creciente en el tiempo dentro de los tratamientos. Analizando los tratamientos glifosato y combinado se observó que sus valores no tuvieron diferencias estadísticas entre fechas de lectura (Tabla 13). Al contrario, en el tratamiento quema sí se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre agosto y diciembre de 2009; luego el índice disminuyó, sin tener diferencias estadísticas en marzo y diciembre de 2010 respecto a las primeras fechas mencionadas.

Lo que es observable acerca de los cambios en el índice es que en este caso, está influido por los valores de riqueza, afectando en especial a los tratamientos testigo y quema. El resto de los tratamientos no tienen diferencias estadísticas entre los valores que toma el índice en cada fecha debido a que sus cambios de riqueza correspondientes a cada una de estas son algo menores, teniendo menos impacto.

Según la figura 8, comparando el valor de diversidad (H) por cada fecha entre tratamientos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas para agosto de 2009 (Tabla 14). Como es de esperar, éstos mostraron valores bajos del índice antes de la aplicación de los tratamientos. En cambio respecto a los valores del índice para la lectura de diciembre de 2009 sí se observaron diferencias estadísticas, correspondiendo el valor mas alto al tratamiento quema. Los valores de Marzo de 2010 no tuvieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, donde el mayor correspondió al tratamiento combinado. En diciembre de 2010 el tratamiento glifosato mostró el mayor índice con un valor similar a la lectura de marzo de 2010. Esto indica que los cambios en este tratamiento son mas perdurables en el tiempo, debido a la sensible baja en la cobertura de las pajas no forrajeras y el aumento del grupo de las

dicotiledóneas en 22 puntos porcentuales. Las bajas en los valores de los tratamientos quema y combinado se deben a la baja en la cobertura del grupo Dicotiledóneas, más que a un aumento de la del grupo de pajas no forrajeras. El tratamiento testigo exhibió los valores más bajos para todos los valores de todas las fechas de lectura. Los tratamientos quema, glifosato y combinado no mostraron entre ellos diferencias estadísticas significativas para ninguna de las fechas de lectura.

Complementa el análisis de la riqueza por grupos el análisis del índice de Shannon para observar si hubo cambios en la diversidad de los distintos grupos.

El cambio en la diversidad entre grupos funcionales en el tiempo se obtuvo a través de la riqueza y la abundancia relativa, a partir de las coberturas de los grupos funcionales anteriormente mencionados. Estos se muestran en la figura 9:

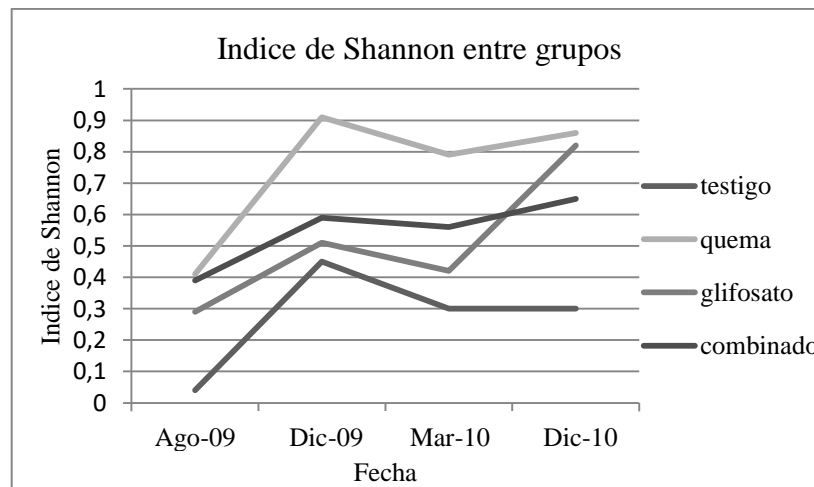


Figura 9: Índices de Shannon-weaver aplicado al número de grupos funcionales de cada tratamiento en cada fechas de lectura.

Tabla 15: diferencias estadísticas entre índices de shannon-weaver de grupos funcionales comparados entre fechas de muestreo para cada tratamiento. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Ago-09	Dic-09	Mar-10	Dic-10
Testigo	a	b	b	b
Quema	a	a	a	a
Glifosato	a	ab	ab	b
Combinado	a	a	a	a

Tabla 16: diferencias estadísticas entre índices de Shannon-weaver de grupos funcionales comparados entre tratamientos para cada fecha de muestreo. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas

	Testigo	Quema	Glifosato	Combinado
Ago-09	a	b	ab	b
Dic-09	a	a	a	a
Mar-10	a	b	a	ab
Dic-10	a	b	b	ab

En la figura 9, a partir de la diferencia entre fechas de lectura para cada tratamiento (Tabla 15), lo que se observó es que todos los tratamientos tuvieron una tendencia a aumentar sus valores. Los mayores valores pertenecieron al tratamiento quema sin diferencias significativas pero el tratamiento que tuvo diferencias estadísticamente significativas fue el tratamiento glifosato (Tabla 15). Este tuvo un valor algo inferior en Agosto de 2009, que se diferenció estadísticamente con el índice en Diciembre de 2010. Esto se debe a que se observaron incrementos en la cobertura de los grupos de dicotiledóneas y en las gramíneas forrajeras de verano en forma significativa. Asimismo, disminuyó la cobertura en el grupo de las pajas también en forma significativa. Estos 3 grupos son los que mas influyen en el índice de Shannon obtenido. Este no tiene diferencias estadísticas con ningún otro tratamiento en diciembre de 2009. Ya en marzo de 2010 pese a su mayor valor no tuvo diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento combinado, y en diciembre de 2010 el tratamiento glifosato aumentó a valores muy similares por lo que no tienen diferencias estadísticas.

También se observan diferencias muy fuertes entre tratamientos en Agosto de 2009 debido al valor que toma el testigo (0,04) (Tabla16). La única lectura donde no se encontraron diferencias fue Diciembre de 2009. Los valores mayores se corresponden con el tratamiento quema. Este aumento que experimentó el tratamiento glifosato podría explicarse a través de la persistencia del grupo funcional dicotiledóneas y la aparición y aumento del grupo de gramíneas forrajeras de verano combinado con una baja presencia del grupo pajas no forrajeras, que se mantiene bajo. El valor de índice de Shannon para el tratamiento combinado se mantiene ya que se ve que el grupo funcional dicotiledóneas baja en mayor magnitud en diciembre de 2010 respecto al mismo grupo en el tratamiento glifosato.

Conclusión

La quema fue el disturbio que mas aumentó la diversidad en la lectura inmediata después de la aplicación de todos los tratamientos, a través del aumento de la riqueza y la abundancia relativa de la comunidad, aunque las condiciones ambientales (precipitaciones, etc.) también influyeron en estos resultados, quedando reflejado en el testigo. Este aumentó su diversidad en forma significativa a partir de la lectura hecha en diciembre de 2009 debido a las lluvias caídas a partir de noviembre de ese año. Los tratamientos glifosato y combinado también aumentan los valores de riqueza y de índice de Shannon, aunque sus mayores valores se encontraron entre marzo y diciembre de 2010, sin diferencias estadísticas, por lo que los resultados no son concluyentes. Esto haría recomendable seguir investigando la relación entre estos y los disturbios.

Vemos que los tratamientos efectivamente disminuyeron la cobertura de las pajas a lo largo del tiempo de estudio, dando las mayores diferencias en los tratamientos combinado y glifosato por mayor mortalidad en la población debido al efecto de los tratamientos. El tratamiento quema sufrió una reducción de la cobertura de este grupo pero en menor medida respecto a los primeros. A su vez, la disminución del grupo pajas no forrajeras permite un aumento de la cobertura del grupo funcional “dicotiledóneas”, por los cambios que provoca en el habitat. El grupo funcional de “gramíneas forrajeras de verano” no tuvo aumentos apreciables en su cobertura, dependiendo mucho de la cobertura anterior a la aplicación del disturbio, y del momento en que sea aplicado. Es muy importante relacionar la presencia y etapas fenológicas de las especies vegetales en cuestión y condiciones medioambientales con el momento más oportuno de aplicación de los disturbios.

Respecto a estos parámetros medidos sobre los grupos funcionales no hubo grandes cambios en la riqueza de los mismos, sí en el índice de Shannon en el tratamiento glifosato, debido a las abundancias relativas particulares de los grupos funcionales.

Podría decirse que los cambios se observaron con mas intensidad al principio luego de efectuados los tratamientos, mientras que los cambios en el tiempo fueron estabilizándose.

Se recomienda hacer lecturas de transectas durante un periodo más extendido en el tiempo con el fin de evaluar la evolución de la comunidad luego de realizados los disturbios, con énfasis en el momento de aplicación de los disturbios.

Bibliografía

Agencia Córdoba D.A.C.yT. S.E.M. 2002. Actas Primera reunión nacional para la conservación de la caldenia argentina. Ciudad de Córdoba. Consultado: 10-6-2015.
<https://www.secretariadeambiente.cba.gov.ar>

Agrotecnia, I.d.S.y., (ed.) 1948. La erosión Eólica en la región pampeana y plan para la conservación de los suelos, Buenos Aires, Argentina. Citado por De Prada y Diego Tello (2012). Comparación histórica de las fuerzas impulsoras de la deforestación en el bosque de caldén y respuestas sociales para su conservación. UNRC. Rio Cuarto, Cordoba.

Aguiar, M. 2005. Chapter 11: Biodiversity in grasslands. Current changes and future scenarios. Pag. 262. En: John Frame 2005. Grasslands: developments, oportunities, perspectives. FAO. Roma. www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/climate/aguiar/aguiar.pdf

Anderson D. L., J. A Del Aguila, y A. E. Bernardón, 1970. Las formaciones vegetales en la provincia de San Luís. Revista de investigaciones agropecuarias, INTA. Serie 2. Biología y producción vegetal, vol. VII, N°3. 1970 Buenos Aires Argentina.

Anderson, D. L. 1984. El fuego como elemento de manejo del pastizal natural. En http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/uso_del_fuego/05-fuego_manejo.pdf. Consultado 4/12/2011.

Arroyo, D. N. 2011. Efectos del pastoreo, la quema y labranza-abandono sobre la diversidad y estabilidad de un pastizal de la pampa interior en San Luís, Argentina. Tesis para optar al Grado Académico de Magíster en Prevención y Control de la Desertificación, Departamento Académico de Ciencias y Tecnologías Aplicadas a la Producción, al Ambiente y al Urbanismo. Universidad Nacional de La Rioja, Sede Universitaria Chamental, Chamental (LR).

Belcher, A. 1998. Mejoramiento del campo natural mediante quemas controladas. Sitio Argentino de Producción Animal. En http://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/uso_del_fuego/22-mejoramiento_campo_natural_mediante_quemas.pdf.

Bianco, C. A, S. E Mercado, E. B. Rosa, y E. G. Scappini, 2005. Poáceas de San Luís. 1er Edición Nueva Editorial Universitaria, San Luís, Argentina. 150 p.

Bogino, S. M. 2006a. El bosque de caldén en la provincia de San Luis: situación actual y estrategias alternativas de manejo. KAIRÓS, Revista de Temas Sociales. Año 10 – N° 17 (Febrero / 2006). Proyecto “Culturas Juveniles Urbanas” Universidad Nacional de San Luis. <http://www.revistakairos.org>

Bogino, S. M. 2006b. Revalorizar al caldén. Una especie nativa única de la Argentina y del mundo. SAGPyA Forestal n°37. Editado por Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Argentina.

Brewer, R. 1979. “Principles of Ecology”. COMUNIDAD VEGETAL – Inicio. Capítulo 8, página 182. Saunders College, Philadelphia. Traducción: Grupo de investigación en ecología y rehabilitación de sistema acuático, Universidad de la Republica, Uruguay. Consultado 9-6-2015 www.hydrobio.fcien.edu.uy/cursos%20nestor/curso_vegetal_acuat_archivos/CLASE6.pdf.

Bustos, L. C. 2014. Práctica profesional realizada en E.E.A. San Luis del INTA. Trabajo final de grado. Facultad de agronomía y veterinaria, U.N.R.C. Río Cuarto, Córdoba.

Cabrera, A. L. (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. En Kugler WF (Ed.) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2a edición. Acme. Buenos Aires. Argentina. Fascículo 1. pp. 1-85.

Cantero, A, J. M. Cisneros, C. G. Cholaky, J. Gonzalez y M.A. Reinero, 2008. Apoyos didácticos sobre temas teóricos. Taller Grafico C.E.I.A. Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Cátedra de Ecología de comunidades y sistemas. 2014. Estimación de la diversidad específica. Facultad de ciencias naturales y museo; Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina. <http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecocomunidades/TPN3Diversidad.pdf> consulta 4 agosto 2015

Daubenmire, R. 1959. A canopy coverage method for vegetational analysis. Northwest science. EE.UU.

De prada, J. y D. Tello. 2012. Comparación histórica de las fuerzas impulsoras de la deforestación en el bosque de caldén y respuestas sociales para su conservación. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Córdoba

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Estelrich H. D., Chirino C. C., Fernández B.C. y E. F. Morici. 1997. Cambios florísticos en los sistemas naturales de la Región Semiárida Pampeana por efecto del pastoreo. XVIII Reunión Argentina de Ecología.

Estelrich, H.D., B. Fernández, E.F. Morici y C.C. Chirino 2005. Persistencia de los cambios provocados por los fuegos controlados en diferentes estructuras del bosque de caldén (*Prosopis caldenia burk.*). En <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/rev-agro/n16a03estelrich.pdf>. UNLP 2006. Consultado 6-12-2011

Fernandez, O.A. y C. A. Busso. 1997. Arid and semi-arid rangelands: two thirds of Argentina. RALA report No 200; International rangeland desertification workshop; The agricultural university of Iceland; Reykjavik, Iceland. www.rala.is/rade/ralareport/fernandez.pdf Consultado 26-04-2016

Frasinelli, C. y J. Garay 2001. Siembra directa de especies forrajeras perennes en el bosque de caldén. Informe preliminar. San Luis, Argentina. Empresas e Instituciones participantes: LIAG Argentina S.A.-MONSANTO Argentina S.A. – FORRAJERAS AVANZADAS S.A. - INTA San Luis.

Flores Garnica, J. F. y J de D. Benavides Solorio. 2009. Impacto ambiental de incendios forestales. 1era edición, Editorial Mundi-prensa. D. F., México.

Frigerio, K., J. Garay, R. Gonçalvez y R. Rivarola. 2009. Ensayo sobre control de flechilla en Establecimiento “Mis Sueños” de Daniel Lusich. San Luis, Argentina. Inedito.

Gabutti, E.G, M. J. L. Privitello, M. A. Maidana y R. U. Harrison. 1999. Producción anual del pastizal natural del bosque de caldén (*Prosopis Caldenia burk.*) de la provincia de San Luis, Argentina. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 7(1):1-8. Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales, Universidad Nacional de San Luis. Subsidiado por la U.N.S.L. Consultado 16-9-2015. En: www.produccion-animal.com Presentado en el III Congreso Latinoamericano de Ecología en Mérida, Venezuela, 1995.

Gabutti, E. 2002. El caldenal en el centro de la provincia de San Luis, en Actas de Primera reunión nacional para la conservación de la caldenia argentina. Agencia Córdoba D.A.C.yT. S.E.M. Cba. República Argentina. Consultado 10-6-2015.

Golicher, Duncan, 2008. ¿Cómo cuantificar la diversidad de especies? Traducción de Ce. R. P; Consejo de formación en educación. Rivera, Uruguay.
http://www.dfpd.edu.uy/cerp/cerp_norte/cn/Biologia/BIODIV/Como%20cuantificar%20la%20diversidad,%20algunos%20ejercicios.pdf Consulta 5-08-2015

Gomez G. y R. Vargas, (2011). Métodos de estudio de la biodiversidad. Consejo de formación en educación. Uruguay. En www.cfe.edu.uy

González C., Abril A., y Vollenweider J. J. (2004). Efecto de una quema prescrita de pastizales nativos sobre los procesos biológicos del suelo, Revista Argentina de Producción Animal. En http://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/uso_del_fuego/06-PPAbril.pdf Consultado 15-12-2011.

Granado Lorenzo, Carlos. 2000. Ecología de comunidades: el paradigma de los peces de agua dulce. Secretariado de publicaciones, Universidad de Sevilla. Consulta 9-6-2016

Harris W. N., A. S Moretto., R A. Distel, T W. Boutton, Roberto M. Bóo, 2007. Fire and grazing in grasslands of the Argentine Caldenal: Effects on plant and soil carbon and nitrogen. Acta oecologica 32. p 207–214 Elsevier Masson SAS.

Kraus, T. A, C.A. Bianco, y C.O. Nuñez, 1999. Los ambientes naturales del sur de la provincia de Córdoba. 1era edición. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Kunst, C. R., S. Bravo, y J. L. Panigatti, 2003. Fuego en los ecosistemas argentinos. INTA Santiago del Estero. Ediciones INTA. 332 p.

Lerner, P. D. 2005. El Caldenar: dinámica de poblaciones de caldén y procesos de expansión de leñosas en pastizales. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa, La Pampa. Argentina.
En http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/15915/El_Caldenar__din%C3%A1mica_de_poblaciones_de_cald%C3%A9n_y_procesos_de_expansi%C3%B3n_de_le%C3%B1osas_en_pastizales__Pamela_D._Lerner_.pdf?sequence=13

Llorens, E. M. 1995. Viewpoint: The state and transition model applied to the herbaceous layer of Argentina's calden forest. *Journal Range Management*. 4R442-447 September 1995

Llorens, E. M. y E. O. Frank. 1999. Aspectos ecológicos del estrato herbáceo del caldenal y su manejo. Ediciones INTA. Anguil, La Pampa.

Medina, A. A, E.G. Dussart, H.D. Estelrich, y E.A. Morici, 2000. Reconstrucción de la historia del fuego en un bosque de *Prosopis caldenia* (Burk.) de Arizona, sur de la provincia de San Luis Multequina- Mendoza- http://www.cricyt.edu.ar/multequina/indice/pdf/09/9_9.pdf Consultado 7-04-2016

Melic, A. 1993. Biodiversidad y riqueza biológica. Paradojas y problemas. ZAPATERI Revista aragonesa de entomología, 3. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España. En: http://www.sea-entomologia.org/PDF/ZAPATERI_3/Z03-015-097.pdf Consultado: 19-10-2015

Ministerio de medio ambiente. 2012. Decreto N° 2509-MLyRI 2005 <http://www.medioambiente.sanluis.gov.ar/MAmbienteWeb/Contenido/Pagina3/File/Dto%202509-2005%20Fuego.pdf>

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

Pariani, A. 2011. Modelo de cría bovina en la región del caldenal argentina. Plan Andaluz de formación del profesorado universitario, Grupo de formación UCO-6, Producción animal y gestión de empresas, Universidad de Cordoba, España. En: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/13_11_28_materiales.pdf Consultado 16-09-2015.

Peláez, D. V. 2000. Respuesta de gramíneas perennes nativas del Caldenal a distintas intensidades de fuego. Tesis de doctor en agronomía. <http://catalogoagronomia.uns.edu.ar/cgi-bin/opacmarc/wxis?IsisScript=opac/xis/opac.xis&task=BIB-RECORD&db=agronomia&cid=/tmp/fileoDr211&curr=4&total=5&cn=&style=Completo> Consultado 7-04-2016

Pelaez, D. V, R. M. Boo, M. D. Mayor y O.A.Elia. 2001. Effect of fire on perennial grasses in central semiarid Argentina. *Journal of range management*; 54: 617–621 September 2001. Arizona. <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/view/9663>

Pelaéz D.V, M.D. Mayor y O.R. Elía. 2008. Ecología y manejo del fuego en el cardenal. AgroUNS. Publicación del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. Año V, N°9. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Buenos Aires.

Peláez D. V, R. J. Andrioli, O. R. Elia, E. E. Bontti, M. A. Tomas y F. R. Blazquez. 2013. Response of grass species to different fire frequencies in semi-arid rangelands of central Argentina. The Rangeland Journal 35(4) 385-392. CSIRO publishing. Australian rangeland society; Australia occidental, Australia. Consulta 6/5/2016

Pelaez, D. V. 1986. Análisis de algunos factores ambientales y morfológicos y su relación con la aplicación de herbicidas en cinco especies arbustivas del distrito fitogeográfico del caldén. Resumen Tesis magister en agronomía. <http://catalogoagronomia.uns.edu.ar/cgi-bin/opacmarc/wxis?IsisScript=opac/xis/opac.xis&task=BIB-RECORD&db=agronomia&curr=3&total=5&cid=/tmp/fileoDr211> Consultado 7-04-2016

Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Interciencia. Versión impresa ISSN 0378-1844 INCI v.31 n.8. Caracas, Venezuela. En: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442006000800008&script=sci_arttext Consultado 11-11-2015

Puntal suplemento tranquera abierta. 2009. Una alternativa al desmonte por Jorge Vicario. http://www.puntal.com.ar/noticia_tra.php?id=54503 Consulta 20-7-2015

Rauber, R, D. Steinaker, M. De María y D. N. Arroyo, 2014. Factores asociados a la invasión de pajas en bosques de la región semiárida central argentina. Ecología austral 24:320-326. Asociación Argentina de Ecología.

Revista Conciencia Rural. 2010. Control de pelo de chanco (INTA Bolívar). En <http://www.concienciarural.com.ar/articulos/ganaderia/control-de-pelo-de-chancho/art2471.aspx>. Consultado 3-12-2011.

Rodríguez, A. y E. Jacobo, 2012. Manejo de pastizales naturales para una ganadería sustentable en la pampa deprimida. Kit de extensión para las pampas y los campos. 1a ed. -: Fund. Vida Silvestre Argentina; Aves Argentinas Aop, Buenos Aires.

Ruiz, M. de los A, E. O. Adema, T. Rucci, F.J. Babinec, 2004. Producción y calidad de forraje de gramíneas perennes en diferentes ambientes del caldenal. 1er edición, INTA

ediciones E.E.A. Anguil, La Pampa, Consultado 16-09-15

http://inta.gob.ar/documentos/produccion-y-calidad-de-forraje-de-gramineas-perennes-en-diferentes-ambientes-del-caldenal/at_multi_download/file/publi54.pdf

Sayds, 2006. Primer inventario nacional de bosques nativos. Segunda etapa. Inventario de campo de la región del espinal, distritos caldén y ñandubay. Informe regional espinal. Segunda etapa. Anexo I; Estado de conservación del distrito caldén. Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable de la nación. Edición Online. Buenos Aires.

Steinaker D., M. Demaría, J. Casagrande, C. Magallanes, J. Torrado, S. Poey, D. Arroyo y J. Martini, 2010^a. Mejoramiento de pastizales naturales dominados por paja amarga. Proyecto Ganadero del Oeste desarrollo sustentable con base en la ganadería bovina, caprina y ovina en ambientes áridos, sierra y caldenal. San Luis.

Steinaker D, M. Demaría, J. Casagrande, C. Magallanes, J. Torrado, S. Poey, D. Arroyo y J. Martini. 2010b. Intersiembra aérea de forrajeras y control de pajas mediante pulverizaciones aéreas en el Caldenal. Cod. B.1.2. Proyecto ganadero del oeste, San Luis Argentina

Steinaker D., M. Demaría, A. Panza, D. Arroyo, J.P. Martini, M. Chicahuala, J. Garay, y C. Magallanes. 2011. Intersiembra aérea de forrajeras y control de pajas mediante pulverizaciones aéreas en el Caldenal.

Tarwi, 2016. Diversidad biológica: definición, medición y espectros. Cursos de asignatura Ecología General. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias. Universidad Agraria La Molina, Perú. Consultado 23-6-2016.

http://tarwi.lamolina.edu.pe/~acg/diversidad_biologica.htm

The University of Arizona. 2007. Daubenmire cover class method. En Rangelands Arizona. En <http://rangelandswest.arid.arizona.edu/rangelandswest/jsp/module/az/inventorymonitoring/daubenmire.jsp>. Tucson, Arizona. Consultado.14-11-2011.

Tizon F.R, D. V. Pelaez y O.R. Elia. 2010. The influence of controlled fires on a plant community in the south of the Caldenal, and its relationship with a regional state and transition model. Revista internacional de botanica experimental Φ YTON. Buenos Aires.

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572010000200005

U.N. 2002. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. En <http://www.un.org/spanish/conferences/wssd/unced.html>. Naciones Unidas NY, EE.UU.

Veneciano, J.H. y M.E. Federigi. 2008. Las lluvias de Villa Mercedes en el inicio del siglo. XVIª Jornadas Cuidemos Nuestro Mundo (UNSL), San Luis, 12, 13 y 14 de agosto de 2008. Actas: 49-53 *INTA San Luis. En: www.produccion-animal.com.ar

Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña, 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa Inventarios de Biodiversidad. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Edición digital. Colombia. 236 p. En <https://www.sib.gov.ar/archivos/IAVH-00288.pdf>

Villar P. 2016. Tema 14. Introducción al estudio de comunidades: La diversidad biológica. Transparencias. Aula virtual de asignatura Ecología. Cursos de grado de carrera de biología. Universidad de Alcalá de Henares. España. Consultado el 24-6-2016.

<http://www3.uah.es/pedrovillar/Docencia/Ecologia%20Grado%20Biologia/Archivos/Temas/Ficheros%20de%20MAR/TransparenciasTema14Introduccioncomunidades.pdf>

Zarrilli, A.G. 2010. Ecología, capitalismo y desarrollo agrario en la región Pampeana (1890-1950). Un enfoque histórico-ecológico de la cuestión agraria. Edición electrónica gratuita. Texto completo en www.eumed.net/tesis/2010/agz/