

EFECTO DEL FUEGO O EL CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD FORRAJERA DE UN PAJONAL DOMINADO POR *Panicum prionitis*

*Effect of fire or mowing on the forage supply and quality of a *Panicum prionitis* tall grassland*

Massa, E.S.¹, Prado, D.E.² y Feldman, S.R.^{3*}

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Paraná
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario-IICAR-CONICET

RESUMEN

El aumento de superficie destinada a la agricultura ha provocado el desplazamiento de la ganadería hacia ambientes tradicionalmente clasificados como "marginales". Este es el caso de islas y campos bajos del valle de inundación del río Paraná, donde los "pajonales" de *Panicum prionitis* ("paja de techar") son una de las comunidades de mayor extensión y permanencia frente a disturbios recurrentes como las inundaciones. El uso tradicional, para mejorar la accesibilidad del ganado y la calidad de la oferta forrajera, es mediante quemas a fines del invierno, principios de primavera, puesto que el rebrote es más palatable y digestible. El objetivo del estudio fue contrastar alternativas de manejo de los pajonales, realizando 3 tratamientos: fuego prescrito (Q); corte (C), simulando una labor de desmalezado mecánico, y testigo sin disturbar (T); con un diseño en bloques. La acumulación de biomasa correspondiente a la porción de los rebrotes de *P. prionitis* fue estadísticamente superior en la Q en la primer fecha evaluada, respecto al C; siendo este último tratamiento el que más biomasa de intermata acumuló, pero sin que existan diferencias estadísticamente significativas con las Q. La calidad forrajera no tuvo diferencias entre los tratamientos, pero la intermata presentó mayor digestibilidad y tenor de proteína bruta que los rebrotes de *P. prionitis*, siendo estos últimos los que presentan los valores más bajos de cenizas. Los mayores aportes de biomasa mostrados por los tratamientos Q y C, muestran una mejora de la receptividad animal, respecto al T. En este sentido el tratamiento C, fue el que más oferta energética presentó debido a los mayores volúmenes de forraje de mejor calidad aportados por la intermata.

Palabras clave. biomasa, digestibilidad, disturbios, manejo del pastizal, proteína

SUMMARY

The increase in agriculture during the last decade caused displacement of cattle raising to areas traditionally classified as marginal. This is the case of islands and floodplain valleys of the Parana River, where the *Panicum prionitis* grasslands, locally named "paja de techar", which are resilient to recurrent disturbances such as floods, are one of the most extensive communities. Prescribed winter fires are traditionally used in order to improve cattle accessibility and forage quality, since traditional management practices assume that *P. prionitis* regrowth is more palatable and digestible. The aim of this study was to contrast alternatives of management of the pajonales: prescribed fire (Q), mowing simulating the work of a rear-drawn mowing machine (C), and control without disturbing (T). The hypotheses were that Q and C would increase the abundance and biomass of *P. prionitis*' accompanying species in the inter-tussock space, the intertussock, with better forage quality than *P. prionitis* leaves. Biomass accumulation of *P. prionitis* was statistically higher in the Q than C plots, on the first date evaluated; the latter being the most biomass treatment of intermata accumulated, but without any statistically significant differences with Q. No differences in forage quality among treatments was detected, but the intermata showed higher digestibility and crude protein figures than new *P. prionitis* biomass, but highest values of ashes. The greatest amounts of biomass of Q and C treatments improved animal receptivity respect to T. C plots presented more energy supply due to higher volumes of better quality forage of by the intermata species.

Key words. biomass, digestibility, disturbance, protein, range management

Recibido: diciembre de 2016

Aceptado: abril de 2017

¹ Ing. Agr. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Paraná, Oro Verde, Entre Ríos, massa.ernesto@inta.gob.ar

² Ph.D., Profesor de Botánica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Investigador CONICET- IICAR, dprado@unr.edu.ar

³ Dra. en Cs. Biológicas, Profesora de Biología. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Investigador CIUNR e IICAR, *E-mail: sfeldman@unr.edu.ar (autor con el que el Editor mantendrá la correspondencia)

Introducción

La intensificación de las prácticas agrícolas y la expansión del cultivo de soja ha contribuido al desplazamiento de la ganadería a zonas secundarias de la región Pampeana, más específicamente hacia la zona de islas en el valle de inundación del Río Paraná (noroeste de Buenos Aires, oeste de Entre Ríos y Corrientes, este de Santa Fe y Chaco) (Engler et al, 2007). En las islas del Departamento Diamante (provincia de Entre Ríos) los últimos años hubo un crecimiento exponencial del uso ganadero de estos pastizales naturales de más del 70% entre 1999 y 2015, 27.946 cabezas (Churrarín, 2007) y 47.709 cabezas (Fundación para la Lucha Contra la Fiebre Aftosa de Entre Ríos, Oficina local Diamante, segunda campaña de vacunación 2015, comunicación personal), respectivamente.

El mismo proceso ocurre en los departamentos costeros de la provincia de Santa Fe, con avances de la frontera agrícola resultando en preocupantes aumentos de la carga animal en ambientes frágiles, históricamente definidos como “marginales” (Combin et al, 2010).

La práctica de la ganadería extensiva estacional en pastizales naturales, de valor forrajero alto o medio, constituye la actividad preponderante en dicha zona de islas. Estos pastizales cubren aproximadamente 1.500.000 ha del tramo medio del Paraná (Sabattini y Lallana, 2007). La importancia de la presencia de las vastas zonas con “praderas de herbáceas altas” (pajonales) se debe a su capacidad de acumular grandes cantidades de biomasa, no solo aérea, sino también a la elevada proporción que almacenan en sus raíces y rizomas, siendo fundamental para la devolución de nutrientes al suelo por medio de la descomposición (Vicari, 2011). Una parte mayoritaria de estos pastizales riparios consiste en los altos y densos pajonales de “paja de techar”, *Panicum prionitis* Nees (Poaceae), recientemente reclasificada como *Coleataenia prionitis* (Nees) Soreng (Soreng, 2010), aunque a los fines prácticos del presente trabajo se mantendrá el uso de la nomenclatura tradicional. *P. prionitis* es una especie perenne de crecimiento estival, cespitosa, robusta, dura y densa; de porte alto con hojas que poseen bordes cortantes, y floración estival. Se seca con las heladas invernales, permaneciendo en pie hasta la nueva temporada de crecimiento (Burkart, 1969) y puede llegar a superar los 2 m de altura (Sabattini et al, 1999).

La quema de pajonales es una práctica de manejo tradicional, que permite mejorar su aprovechamiento por parte del ganado vacuno. La práctica del fuego en la época seca permite aumentar el espacio entre matas, favoreciendo a un estrato bajo de especies cespitosas y ciperáceas, aprovechable por el ganado. Kandus et al (2006) destacan que el intenso pastoreo de la ganadería vacuna y los fuegos recurrentes promueven el reemplazo de especies, disminuyendo su número y aumentando la dominancia de algunas pocas gramíneas estoloníferas de porte rastrero (por ejemplo, especies de los géneros *Axonopus* y *Paspalum*). Sione et al (2009) establecieron que las excesivas quemas en islas del valle de inundación del Río Paraná en el año 2008 afectaron principalmente a las unidades de vegetación de tipo herbáceo (dominadas en su mayoría por pajonales), que

ocupan el 40% del Delta del Paraná. El aumento en la presión antrópica sobre estos ambientes requiere indagar sobre cuáles pueden ser las alternativas de manejo de los pajonales para su uso racional y sustentable.

Independientemente de las prevenciones en contra de la quema de pastizales como estrategia para morigerar el incremento de gases de efecto invernadero responsables del cambio climático (IPCC; 2014), el uso del fuego en pastizales húmedos es controversial. Sabattini y Lallana (2007) sostienen que los incendios se usan como práctica de “limpieza”, llevada a cabo al final del invierno o inicios de la primavera para favorecer el rejuvenecimiento de *P. prionitis*. No obstante, al permitir el ingreso de luz, se propicia el crecimiento de “enriedales” o “varillales” (*Solanum* sp.) y de otras especies vegetales de escaso valor forrajero, de modo que no se alcanza el objetivo que persigue dicha práctica, porque se posibilita el ingreso de especies exóticas o perjudiciales.

El objetivo del estudio fue contribuir a discriminar técnicas que optimicen el uso de los pajonales de 'paja de techar' (*P. prionitis*) que luego serán validadas con animales en sistemas de producción de carne vacuna. Se postula que la quema y el corte del pajonal dominado por *P. prionitis* tendrían el mismo efecto positivo sobre la acumulación de biomasa y la calidad forrajera de dicha especie; y que las especies presentes en el espacio entre matas tienen mejor calidad forrajera que *P. prionitis*, por lo cual su aumento como respuesta al fuego o al corte mejorará la receptividad ganadera del pastizal.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio:

El experimento se realizó en un pajonal dominado por *P. prionitis*, ubicado a 40 km al sur de la ciudad de Alejandra, Provincia de Santa Fe, Argentina (29°9' S; 59°9' W), en el valle de inundación del río Paraná, que corresponde al área descrita en la Introducción. En la intermata, predominan especies C3 y C4 de la familia Poaceae (*Cynodon dactylon*, *Paspalum plicatulum*, *Chascolytrum uniola*, *Setaria parviflora*, *Phalaris angusta*, *Bromus catharticus*, *Deyeuxia viridiflavescens*, *Leersia hexandra* y *Poa annua*), aunque también coexisten algunas Fabaceae (*Desmodium incanum*, *Dolichopsis paraguariensis*, *Mimosa strigillosa* y *Desmanthus virgatus*) y especies de otras familias (Apiaceae: *Eryngium ebracteatum* y *Mikania coridifolia*, Asteraceae: *Eupatorium lanigerum*, Cyperaceae: *Cyperus entrerianus* y *Rhynchospora corymbosa*) (Massa et al, 2016).

El clima de la región es sub húmedo-húmedo, mesotermal con poca o ninguna deficiencia de agua (Mosconi et al, 1981). La temperatura media anual es 20 °C. Los veranos son cálidos (temperaturas media y máxima absoluta para enero de 26,2 °C y 38,2 °C, respectivamente) y los inviernos, templados (temperaturas mínimas medias y mínimas absolutas: 8,4 °C y -0,6 °C, respectivamente (datos 1970-2012), con precipitaciones medias anuales de 1251.8 mm y más del 80% concentrada entre octubre y abril (1960-2012)

(Estación Experimental Agropecuaria INTA Reconquista, 2013).

Los suelos corresponden al orden Alfisol, Gran Grupo Natracualf típicos (IUSS Working Group WRB, 2015); familia franco fina mixta, fuertemente alcalina y térmica, imperfectamente drenados a muy pobremente drenados, alcalinos en el subsuelo (INTA EEA Paraná, 1990). La serie de suelos es Los Cerrillos y presenta una secuencia de horizontes característicos: E, epipedón somero y claro, propio del proceso de eluviación, con un espesor de 9 cm; masivo y duro, con 45% de limo y abundantes raíces con límite abrupto. Continúa en profundidad con un horizonte B textural (Bt) dividido en tres: Bt1, que se extiende de los 9 a 23 cm, con 28% de arcilla, lo que lo hace plástico cuando se encuentra húmedo; Bt2, desde los 23 a los 60 cm, franco con 28,5% de arcillas y pocas raíces; Bt3, desde los 60 a 85 cm, franco arcilloso con 34% de arcilla, lo que le otorga la característica de ser adhesivo. Por último, desde los 85 a 110 cm de profundidad hay concreciones.

Período y diseño experimental:

El experimento se condujo desde el 10 de octubre de 2011 al 30 de noviembre de 2012. El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente aleatorizados (n=6; parcelas de 10 x 10 m) con tres tratamientos: quema controlada (Q), corte (C) y testigo (T), sin ningún disturbio. Los fuegos fueron en retroceso (10 de octubre de 2011, entre las 11 y 17 horas); cada parcela estuvo delimitada por cortafuegos de 1 m de ancho y se registraron las condiciones meteorológicas (Cuadro 1). El tratamiento corte se hizo a 20 cm del suelo, simulando una labor de una desmalezadora rotativa, con una moto-guadaña marca Hecho SRM, sin remover la vegetación cortada de la parcela.

Cuadro 1. Temperatura (Temp.), humedad relativa ambiente (Hum.), dirección (direc.) y velocidad (veloc.) del viento durante las quemas experimentales.

Table 1. Temperature (Temp.), relative humidity (Hum.), direction and speed wind during experimental burns.

Hora	Temp.(°C)	Hum.(%)	viento	
			Direc.	Veloc. (km h ⁻¹)
11	19,7	68	Este	9
12	20,7	65	Sudeste	9
13	21,8	64	Sur	9
14	22,9	59	Sur	4
15	23,8	60	Sur	9
16	24,0	53	Este	6
17	23,7	59	sudeste	11

La disponibilidad inicial de biomasa de las matas de *P. prionitis* fue determinada por corte sobre los 20 cm del suelo y estimada como kg MS. ha⁻¹, en muestras de 1 m². Las especies de la intermata se cortaron a 5 cm de altura en cuadros de 0,25 m², ubicadas al azar, dentro de cada parcela de 100 m². El material cortado se secó en estufa a 55 °C, hasta peso constante. El predio experimental estuvo abierto a la fauna silvestre y con exclusión completa al pastoreo bovino

desde 3 meses antes de iniciado el experimento. En el Cuadro 2 figuran las precipitaciones mensuales en el sitio experimental y los datos promedio de precipitaciones del período 1960- 2012 del Observatorio Agrometeorológico de la EEA INTA Reconquista (INTA 2013).

Cuadro 2. Promedio de precipitaciones histórico (1960-2012, EEA INTA Reconquista, Observatorio Agrometeorológico) y registradas en el sitio del experimento.

Table 2. Average historical rainfall (1960-2012, EEA INTA Reconquista, Agrometeorological Observatory) and registered on the site of the experiment.

Meses	Promedio (1960 – 2012)	años	
		2011	2012
Enero	135,0	s/dato	38
Febrero	152,2	s/dato	178
Marzo	160,9	s/dato	163
Abril	146,1	s/dato	15
Mayo	60,8	s/dato	10
Junio	44,7	s/dato	5
Julio	32,3	s/dato	--
Agosto	28,9	s/dato	85
Septiembre	57,5	s/dato	17
Octubre	131,4	90	326
Noviembre	144,6	55	58
Diciembre	143,2	15	279
Total	1237,6		1174

Efecto del fuego sobre la temperatura del suelo: Se midió a tres profundidades distintas: 1; 3 y 5 cm, inmediatamente después de apagado el fuego (t 0), a los 10 (t 10) y a los 30 minutos (t 30), usando un termómetro digital, marca Luft, con espiga de acero (rango -50 a 150 °C).

Efecto de los disturbios sobre las propiedades químicas del suelo: El 30 de diciembre de 2011 (fecha 1) y el 1º de noviembre de 2012 (fecha 4) se tomaron muestras de suelo de 0 a 20 cm de profundidad y se determinaron (i) fósforo extractable (ppm; Bray y Kurtz, 1945, modificado, usando 2,5 g de muestra y 20 ml de solución extractiva de fluoruro de amonio y ácido clorhídrico durante 5 minutos de agitación), (ii) nitratos (ppm; usando 40 g de suelo húmedo con solución extractora de sulfato de cobre; se calentó en baño María acondicionado con catalizador y sulfato de hidracina, después de enfriado se leyó en espectrofotómetro), (iii) materia orgánica (% MO, Walkley y Black, modificado según Carreira, 2011) y (iv) pH (1:2,5 suelo:agua). Los resultados se analizaron utilizando modelos mixtos para medidas repetidas en el tiempo. El modelo estadístico utilizado para cada una de las variables químicas del suelo analizadas fue: $Y_{ijkl} = \text{media general} + \text{bloque } i + \text{tratamiento } j + \text{Tiempo } k + \text{Tratamiento } j \times \text{Tiempo } k + e_{ijk}$; donde: Y_{ijkl} = ppm de fósforo, % de materia orgánica, ppm de nitratos ó pH; i = efecto fijo del i -ésimo bloque; j = efecto fijo del j -ésimo tratamiento; k = efecto fijo del k -ésimo tiempo medido; $j \times k$ = interacción de los factores tratamiento y tiempo; e_{ijk} = error experimental.

Efecto de los disturbios sobre la producción de biomasa: Se determinó la producción de biomasa en las siguientes fechas: 30 de diciembre de 2011 (fecha 1), 22 de marzo (fecha 2), 26 de junio (fecha 3) y 1º de noviembre de 2012 (fecha 4). El peso seco se determinó usando el mismo criterio que para biomasa inicial ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$) y las diferencias entre tratamientos se analizaron utilizando modelos mixtos para medidas repetidas en el tiempo separando rebrote de matas, intermata y total, utilizando el siguiente modelo estadístico: $Y_{ijk} = \text{media general} + \text{bloque } i + \text{tratamiento } j + \text{tiempo } k + \text{tratamiento } j \times \text{tiempo } k + e_{ijk}$; donde: Y_{ijk} = biomasa, $\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$; bloque i = efecto fijo del i -ésimo bloque; tratamiento j = efecto fijo del j -ésimo tratamiento; tiempo k = efecto fijo del k -ésimo tiempo medido; tratamiento $j \times$ tiempo k (interacción de los factores tratamiento y tiempo); e_{ijk} = error residual.

El 1º noviembre de 2012 se cosecharon parcelas de 1 m^2 de manera de determinar el material acumulado durante el año después de los disturbios iniciales (fuego, corte y sin disturbio o testigo) para cada tratamiento, discriminando también rebrote de matas, intermata y total. Para cada fracción (mata, intermata y total), se comparó la biomasa de esta cosecha anual versus la sumatoria de las 4 cosechas trimestrales utilizando ANOVA.

Efecto de los disturbios sobre la calidad forrajera: En cada una de las fechas mencionadas y para los tres tratamientos, se determinaron: fibra detergente neutro (% FDN) y fibra detergente ácido (% FDA) según Goering y Van Soest (1970); digestibilidad (% D = $88,9 - [(0,779(\% \text{ FDA}))]$), Ustarroz et al, 1997); proteína bruta (% PB, A.O.A.C., 1984) y cenizas (%). Las diferencias entre tratamientos se analizaron utilizando modelos mixtos para medidas repetidas en el tiempo $Y_{ijkl} = \text{media general} + \text{bloque } i + \text{tratamiento } j + \text{Tiempo } k + \text{porción } l + \text{Tratamiento } j \times \text{Tiempo } k \times \text{porción } l + e_{ijkl}$; donde: Y_{ijkl} = % FDN, %FDA, % cenizas, % D y % de PB; bloque i = efecto fijo del i -ésimo bloque; tratamiento j = efecto fijo del j -ésimo tratamiento; Tiempo k = efecto fijo del k -ésimo tiempo medido; Porción l = efecto fijo de la l -ésima porción medida; Tratamiento j : Tiempo k : porción l = interacción doble de los factores tratamiento y tiempo y porción (rebrotos de mata e intermata); e_{ijkl} = error experimental. En este análisis de calidad forrajera se compararon en forma conjunta los dos tipos de biomasa, mata e intermata (Tukey; $p < 0,05$), puesto que su resultado era relevante desde el objetivo de este trabajo.

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa Infostat (Di Rienzo et al, 2011).

Resultados y Discusión

La biomasa inicial fue de $16254,2 \pm 9310,5$ y $516,4 \pm 321,5 \text{ kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$ para matas de *P. prionitis* y especies de las intermatas, respectivamente.

Efecto del fuego sobre la temperatura del suelo

El fuego no determinó un incremento significativo de las temperaturas del suelo, que se mantuvieron siempre dentro de un rango que no afectaba negativamente a procesos

biológicos (18 a 31°C; siempre los valores más bajos correspondiendo a la mayor profundidad), coincidente con lo hallado por otros autores bajo condiciones similares (Albanesi y Anriquez, 2003; Payton y Pierce, 2009).

Efecto de los disturbios sobre las propiedades químicas del suelo

Fósforo: La concentración de P disponible se incrementó significativamente en las parcelas disturbadas a los 80 días respecto al testigo, ascendiendo a 12,57 y 9,55 ppm, parcelas Q y C respectivamente, presumiblemente debido a que la combustión o descomposición de hojas deja sobre el suelo cenizas ricas en cantidades relativamente grandes de P disponible (Knoepp et al, 2005; Urioste et al, 2009). Poco más de un año más tarde, la concentración de P descendió en todos los tratamientos, manteniéndose las diferencias significativas entre las parcelas tratadas y las parcelas T (Figura 1), por lo cual no se detectó interacción tratamiento \times fecha ($p = 0,6597$). Este mayor nivel de P disponible, que se mantuvo durante todo el período bajo análisis, podría ser el responsable en parte del aumento de la calidad forrajera (Iacopini et al, 2005).

Nitratos: A pesar de que el nitrato es un compuesto muy poco estable y su medición en consecuencia tiene un valor relativo, permite establecer una imagen momentánea de lo que puede estar ocurriendo en el suelo en un momento específico. Así es como no se detectaron diferencias entre los tratamientos, sino entre fechas. En la primera fecha, la concentración fue muy baja, incrementándose en todos al finalizar el experimento (Figura 2), sin detectarse interacción tratamiento \times fecha ($p = 0,9086$).

Materia orgánica: Al igual que lo hallado por Bernardis et al (2004), no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ni en la interacción tiempo \times tratamiento. En la primera fecha, las parcelas Q presentaron mayores contenidos (2,84, comparado con los tratamientos C y T (2,54 y 2,23%, respectivamente), aunque no fueron significativos.

pH: Presentó fluctuaciones no significativas en los distintos tratamientos y en las diferentes fechas medidas, en un rango comprendido entre 5,52 y 5,65, en coincidencia con lo hallado por Mohamed et al (2007), quienes no detectaron cambios en el pH después del fuego.

Efecto de los disturbios sobre la acumulación de biomasa

Diferencias en la producción de biomasa entre tratamientos en cada fecha de muestreo: Hubo interacción entre tratamientos y fechas ($p = 0,0329$), puesto que los rebrotos de *P. prionitis* acumularon, inicialmente, mayor biomasa en las parcelas Q. Esas diferencias no se mantuvieron, puesto que a partir de ese momento, la biomasa producida no difirió entre los dos tratamientos y en las dos porciones evaluadas y su sumatoria (biomasa total); (Figura 3). La recuperación de los rebrotos de *P. prionitis* fue más importante en las parcelas Q: en los primeros 80 días acumularon $4227,8 \text{ kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$ del total anual para esa

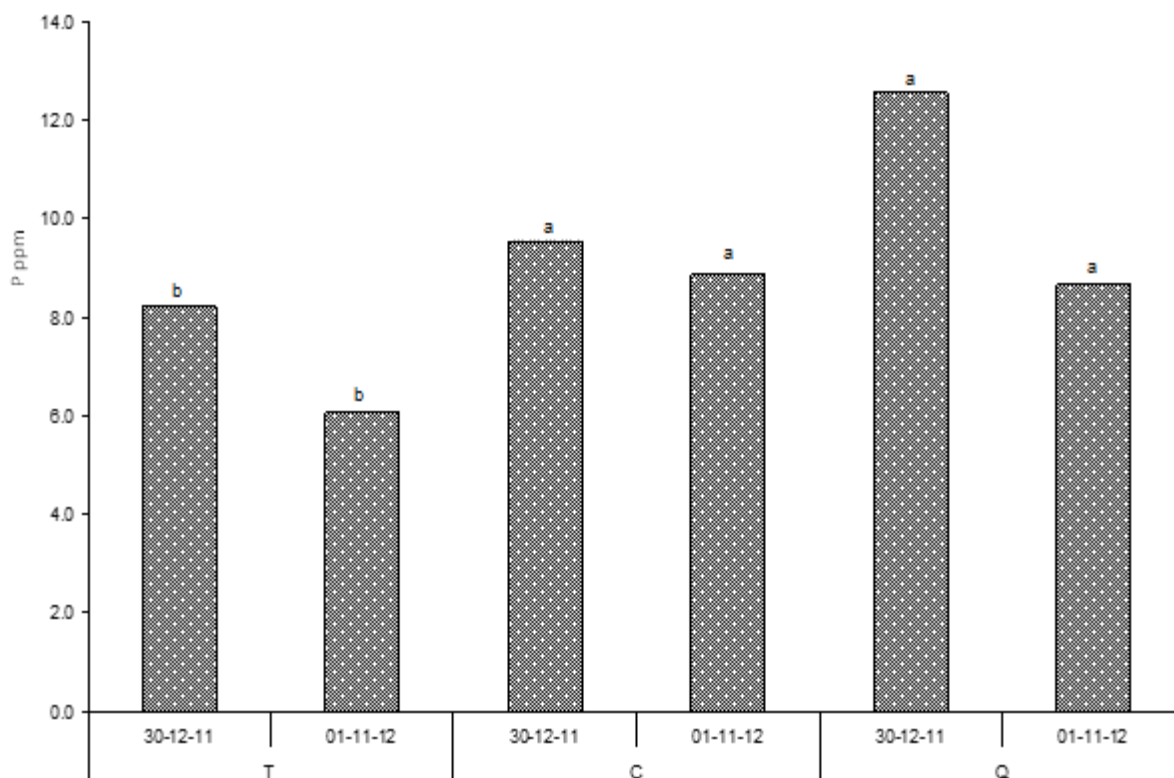


Figura 1. Cambios en la concentración de fósforo (ppm) disponible en el suelo en los distintos tratamientos (parcelas T, testigo; C, cortadas y Q, quemadas). Letras iguales indican valores que no son significativamente diferentes entre tratamientos y fechas ($p < 0,05$).

Figure 1. Changes in soil phosphorus concentration (ppm) in the different treatments (T plots, control; C, mowed, and Q, burned). Equal letters indicate values that are not significantly different among treatments and sampling dates ($p < 0.05$).

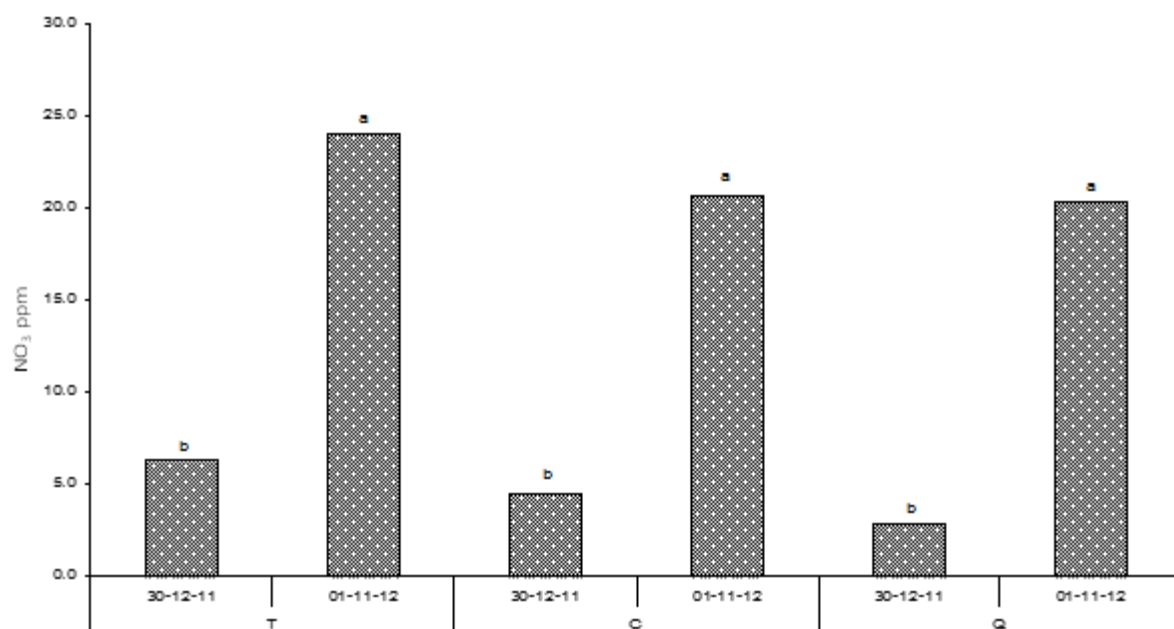


Figura 2. Cambios en la concentración de nitratos (ppm) disponible en el suelo en los distintos tratamientos (parcelas T, testigo; C, cortadas y Q, quemadas). Letras iguales indican valores que no son significativamente diferentes entre tratamientos y fechas ($p < 0,05$).

Figure 2. Changes in soil nitrate concentration (ppm) in the different treatments (T plots, control; C, mowed, and Q, burned). Equal letters indicate values that are not significantly different among treatments and sampling dates ($p < 0.05$).

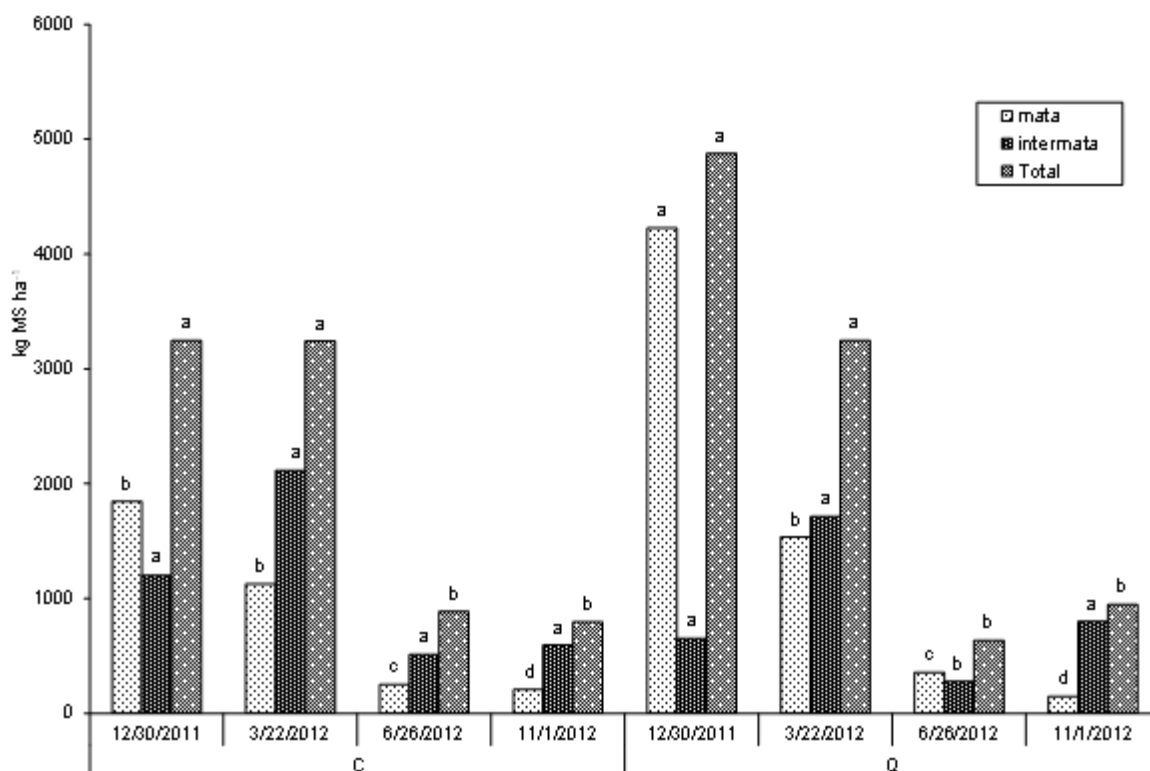


Figura 3. Biomasa producida (kg MS.ha⁻¹) de *P. prionitis* (mata), las especies presentes en la intermata y el total, en parcelas sometidas a los tratamientos: C, cortadas con desmalezadora, y Q, quemadas, en distintas fechas (n=6; dentro de tipo de biomasa, letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, entre tratamientos y fechas; p<0,05).

Figure 3. *P. prionitis* (mata), intermata species, and total biomass (kg MS.ha⁻¹) in mowed (C) and Q (burned) plots in different sampling dates (n = 6; within each type of biomass, different letters indicate statistically significant difference among treatments and sampling dates, p<0.05).

fracción (6263,4 kg MS.ha⁻¹). El fuego afectó al crecimiento de las especies de la intermata, aunque no las extinguió y solo retardaron el crecimiento en los primeros 80 días. El fuego eliminó los tejidos secos acumulados que actúan como un eficaz escudo contra el calor para la mayoría de los meristemas (Payton y Pearce, 2009) y promovió el rápido rebrote de las matas de *P. prionitis*, respondiendo positivamente al incremento de recursos (fósforo disponible, luz). El corte irregular de las hélices de la desmalezadora generó un leve daño mecánico a las hojas de *P. prionitis* en el tratamiento C, manifestado por un menor crecimiento en las parcelas C, situación que favoreció a las especies de la intermata. La biomasa de *P. prionitis* producida en nuestro experimento se ajusta a lo que obtuvieron Feldman et al (2004); aunque inicialmente es mayor en Q que en C, posteriormente las diferencias no son significativas. Las parcelas quemadas recuperaron el 38% del valor original de biomasa previo al disturbio solo con la porción de los rebrotes de *P. prionitis*, mientras que el tratamiento cortado fue del 22%.

Comparación entre biomasa cosechada a lo largo del año y biomasa cosechada un año después de los disturbios: En las parcelas T, sin disturbio inicial, no se detectaron diferencias entre biomasa acumulada en una cosecha anual o de manera trimestral, en los tres componentes analizados (rebrotos de *P. prionitis*, intermata y total; Figura 4). La acumulación de

biomasa de rebrotes de *P. prionitis* fue mayor con una cosecha anual que la sumatoria de cosechas trimestrales en los tratamientos Q y C, mientras que la porción correspondiente a la intermata mostró un patrón inverso: las cosechas trimestrales fueron significativamente mayores que una única cosecha. Estas diferencias entre fracciones determinaron que no existieran diferencias significativas entre la cosecha anual y trimestral en la biomasa total (p>0,05). La biomasa de las especies presentes en la intermata se incrementó por los cortes trimestrales tanto en las parcelas C como en las Q, al compararla con el T y con los cortes anuales, coincidente con lo reportado por Sacido et al (2004) en pajonales de *Paspalum quadrifarium* de la Cuenca del Salado (Buenos Aires) y por Payton y Pearce (2009), quienes trabajaron en pastizales altos de *Chionochloa rigida* en Nueva Zelanda.

Efecto de los disturbios sobre la calidad forrajera

FDN: Los análisis mostraron interacción entre tratamientos y tipos de biomasa (mata e intermata; p=0,0001). Inicialmente los rebrotes de las matas en los tratamientos C y Q tuvieron valores similares (83,65 y 81,43%, respectivamente), aunque más bajos que los de las parcelas T (86,88%; Figura 5). Estos resultados coinciden parcialmente con lo hallado por Sacido et al (1995), quienes observaron una disminución de FDN a los 4 y 7 meses después de quemas invernales prescriptas de

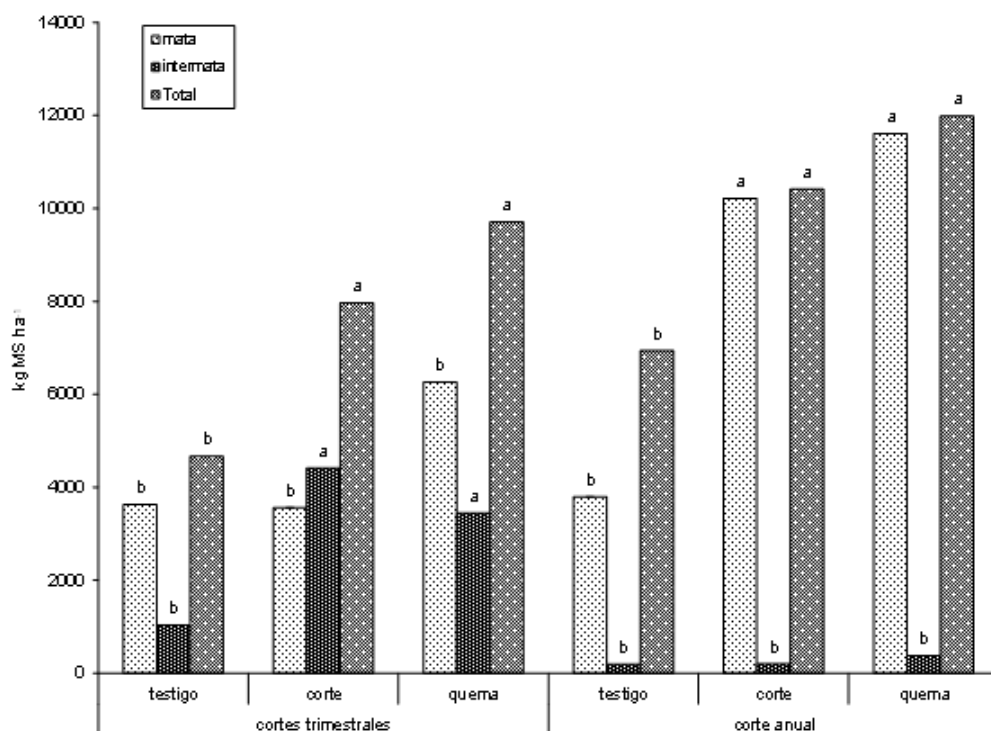


Figura 4. Biomasa producida (kg MS.ha⁻¹) de *P. prionitis* (mata), las especies presentes en la intermata y el total de parcelas sometidas a los tratamientos: T, testigo; C, cortadas con desmalezadora y Q, quemadas en cosechas trimestrales versus una cosecha anual (n=6; dentro de tipo de biomasa, letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, entre tratamientos y frecuencia de cosecha (p<0,05).

Figure 4. *P. prionitis* (mata), intermata species, and total biomass (kg MS.ha⁻¹) in control (T), mowed (C) and Q (burned) plots comparing quarterly or annual harvest (n = 6; within each type of biomass, different letters indicate statistically significant difference among treatments and quarterly or annual harvest, p<0.05).

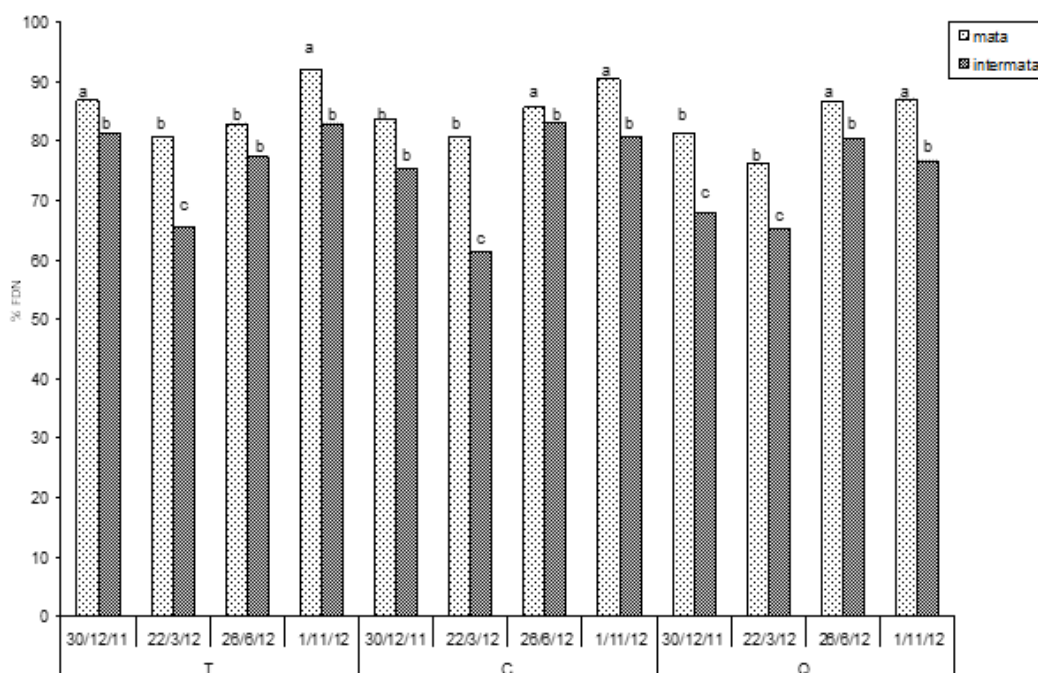


Figura 5. Fibra detergente neutro (% FDN) de *P. prionitis* (mata) y de las especies presentes en la intermata, en parcelas sometidas a los tratamientos: T, testigo; C, cortadas con desmalezadora y Q, quemadas, en distintas fechas (n=6; letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, fechas y tipos de biomasa: mata e intermata, p<0.05).

Figure 5. *P. prionitis* (mata), intermata species neutral detergent fibre (%FDN) in control (T), mowed (C) and Q (burned) plots in different sampling dates (n = 6; different letters indicate statistically significant difference among treatments, sampling dates, and types of biomass; p<0.05).

Paspalum quadrifarium. Meses después, ya en invierno, no se detectó el efecto del fuego. Igual comportamiento observaron Araújo Crispim et al (2003) en *Andropogon bicornis*, *A. selloanus*, *Axonopus purpusii* y *Mesosetum chaseae*. La intermata tuvo valores de FDN menores a los rebrotes de mata en todos los tratamientos, lo que implicaría que las especies presentes en la intermata son de mayor calidad que *P. prionitis*.

Digestibilidad: La digestibilidad se vio afectada por la interacción de tratamientos, tipo de biomasa y fechas ($p=0,0216$). Los tratamientos C y Q incrementaron inicialmente los valores de digestibilidad de *P. prionitis* respecto de T pero el efecto persistió sólo en el tratamiento Q hasta el 22 de marzo (Figura 6). Estos resultados son coincidentes con aquellos reportados por Sacido et al (1995) quienes observaron que la digestibilidad de los rebrotes de un pastizal de *Paspalum quadrifarium* aumentó significativamente por efecto de la quema en enero aunque

luego en marzo las diferencias prácticamente se anularon respecto del pastizal no tratado. La digestibilidad de las especies de la intermata fue mayor a la de *P. prionitis*, bajo todos los tratamientos y a lo largo del tiempo. Hidalgo et al (1998) determinaron calidad forrajera en ciertas especies de algunos géneros presentes en la intermata del experimento (*Paspalum* spp., *Poa* spp, *Bothriochloa* spp.) y hallaron valores de digestibilidad más altos (60,3, 66,8 y 63,1%, respectivamente) a los del conjunto de especies de la intermata aquí estudiada. Posiblemente esto se deba a que los análisis fueron realizados sobre el conjunto de especies de la intermata, lo cual determina que se obtengan valores promedios y no específicos de cada especie presente. No obstante, cabe resaltar que a pesar del efecto de los tratamientos sobre la digestibilidad de las matas, las especies de la intermata tuvieron mayores valores de digestibilidad que las matas de *P. prionitis*, excepto en marzo de 2012 para el tratamiento Q.

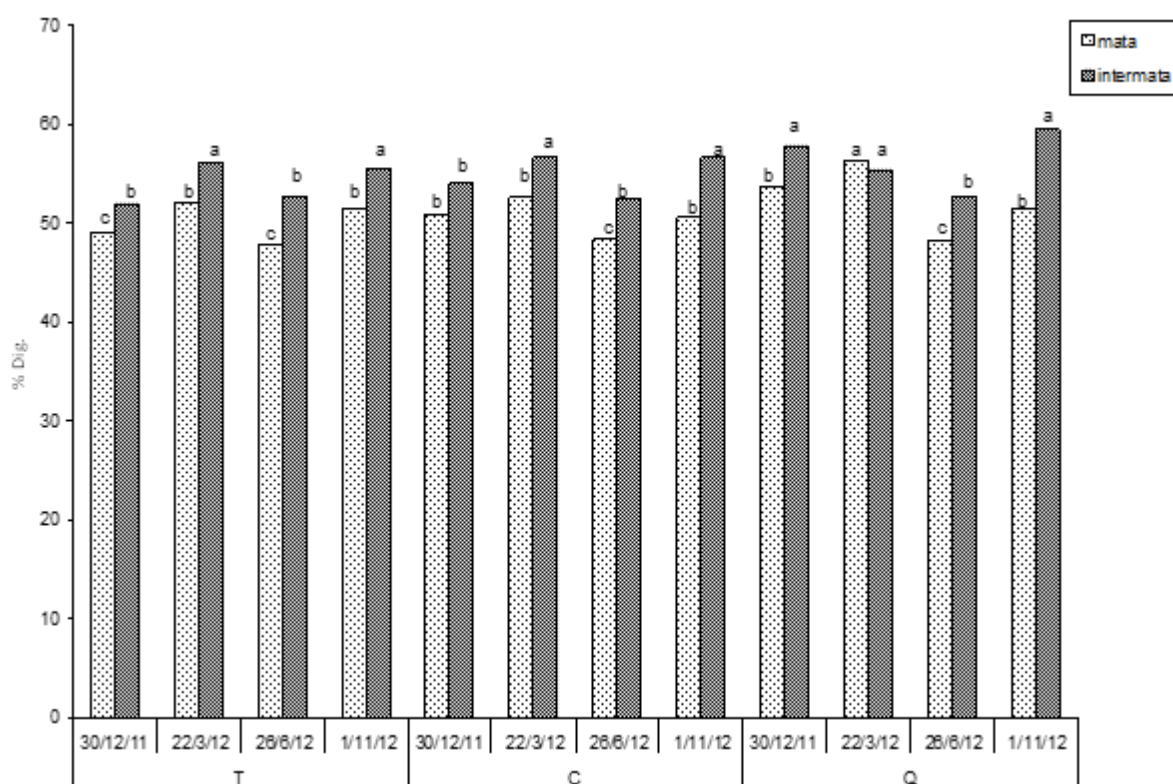


Figura 6. Digestibilidad estimada (% Dig.) *P. prionitis* (mata) y las especies presentes en la intermata, en parcelas sometidas a los tratamientos: T, testigo; C, cortadas con desmalezadora y Q, quemadas, en distintas fechas ($n = 6$; letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos y fechas y tipos de biomasa: mata e intermata $p < 0,05$).

Figure 6. Estimated digestibility of *P. prionitis* (mata), and intermata species in control (T), mowed (C) and Q (burned) plots in different sampling dates ($n = 6$; different letters indicate statistically significant difference among treatments, sampling dates, and types of biomass; $p < 0.05$).

Proteína Bruta: Los análisis mostraron interacción entre tipo de biomasa, tratamiento y fecha ($p=0,0001$), Figura 7. Las especies presentes en la intermata alcanzaron tenores de PB mayores a los de las matas de *P. prionitis*, en las parcelas T. Esto no se verificó en las parcelas disturbadas (Q y C), donde los % de PB de matas de *P. prionitis* alcanzaron valores similares a los de las especies de la intermata, excepto en las 3ra y 4ta fechas para C y la última en Q. Roig et al (2003) sostienen que los tenores proteicos de *P. prionitis* son muy bajos (3-4%), y sugieren el reemplazo de esta especie por *Brachiaria humidicola*, que posee 5-7% de PB, lo que permite aumentar la carga ganadera de manera significativa. Con las prácticas de manejo evaluadas en el presente trabajo, se alcanzan los valores que describen los autores para *Brachiaria humidicola*, sin necesidad de reemplazar los pajonales. No obstante, los rebrotes de *P. prionitis* están muy por debajo a los porcentajes que mostraron los rebrotes de *Paspalum quadrifarium*, que luego de la quema llegan a valores del 17% en primavera (Sacido et al, 2004). Esto podría atribuirse a que la intermata de *P. quadrifarium* es muy rica en una especie fijadora de nitrógeno como *Lotus tenuis*, que presenta valores de hasta 22% PB en diciembre, para luego caer al 14%, valores muy superiores a lo que se determinó en la intermata de nuestro pajonal. Los altos valores de % PB observados en la intermata de las parcelas T del 26/6/12, podría deberse al

efecto conjunto de muestreo aleatorio por una parte y a ambientes naturales altamente heterogéneos como los aquí estudiados (Franceschi et al, 1985).

Cenizas: El % de cenizas se vio afectado por la interacción de tipo de fracción de biomasa, tratamiento y fecha ($p=0,0068$). En las parcelas T, *P. prionitis* no mostró diferencias en las fechas analizadas. Los % de cenizas de las parcelas C y Q, mostraron valores de cenizas con igual tendencia; en ambos tratamientos la última fecha (1º de noviembre de 2012) presentó valores inferiores a los anteriores. Las especies de la intermata presentaron tenores de cenizas más altos que los de *P. prionitis*, en todas las fechas y en los distintos tratamientos, sin diferencias entre tratamientos (Figura 8). Sabattini y Lallana (2007) encontraron que el contenido de cenizas de macrófitas del río Paraná era muy variable, según el sitio de muestreo, condición medio ambiental y el estado de desarrollo de la planta, con valores altos en algunos de los géneros de la intermata del pajonal: *Ludwigia* sp. (9,9-18,5%), *Hydrocotyle* sp. (18,4-27%), *Polygonum* spp. (8,9-24,5%); y entre las gramíneas, *Panicum* spp. y *Echinochloa* sp., con valores de 10,09 y 10,74 respectivamente, lo que muestra similitudes con los altos valores aportados por la intermata del pastizal en estudio.

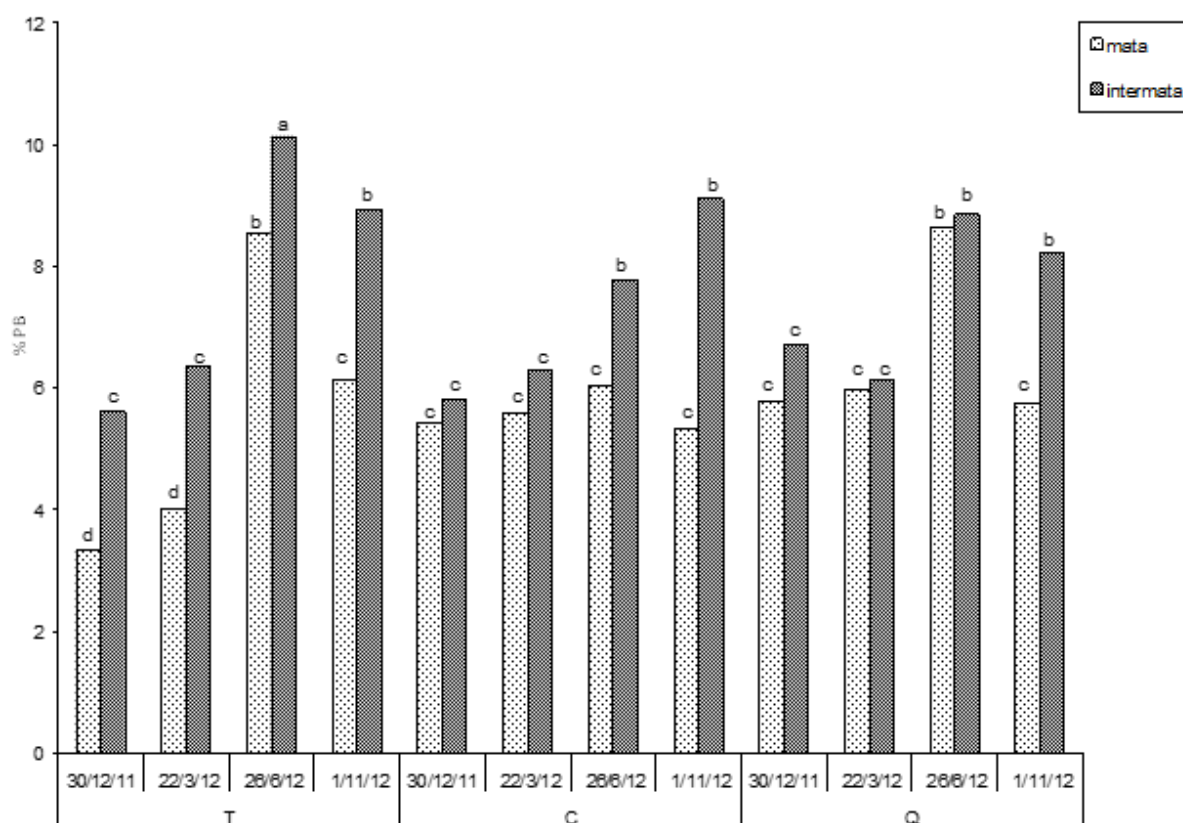


Figura 7. Tenores de Proteína Bruta (% PB) de *P. prionitis* (mata) y las especies presentes en la intermata, en parcelas sometidas a los tratamientos: T, testigo; C, cortadas con desmalezadora y Q, quemadas, en distintas fechas (n=6; letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, entre tratamientos y fechas y tipos de biomasa: mata e intermata $p<0,05$).

Figure 7. *P. prionitis* (mata), and intermata species protein content (%PB) in control (T), mowed (C) and Q (burned) plots in different sampling dates (n = 6; different letters indicate statistically significant difference among treatments, sampling dates, and types of biomass; $p<0.05$).

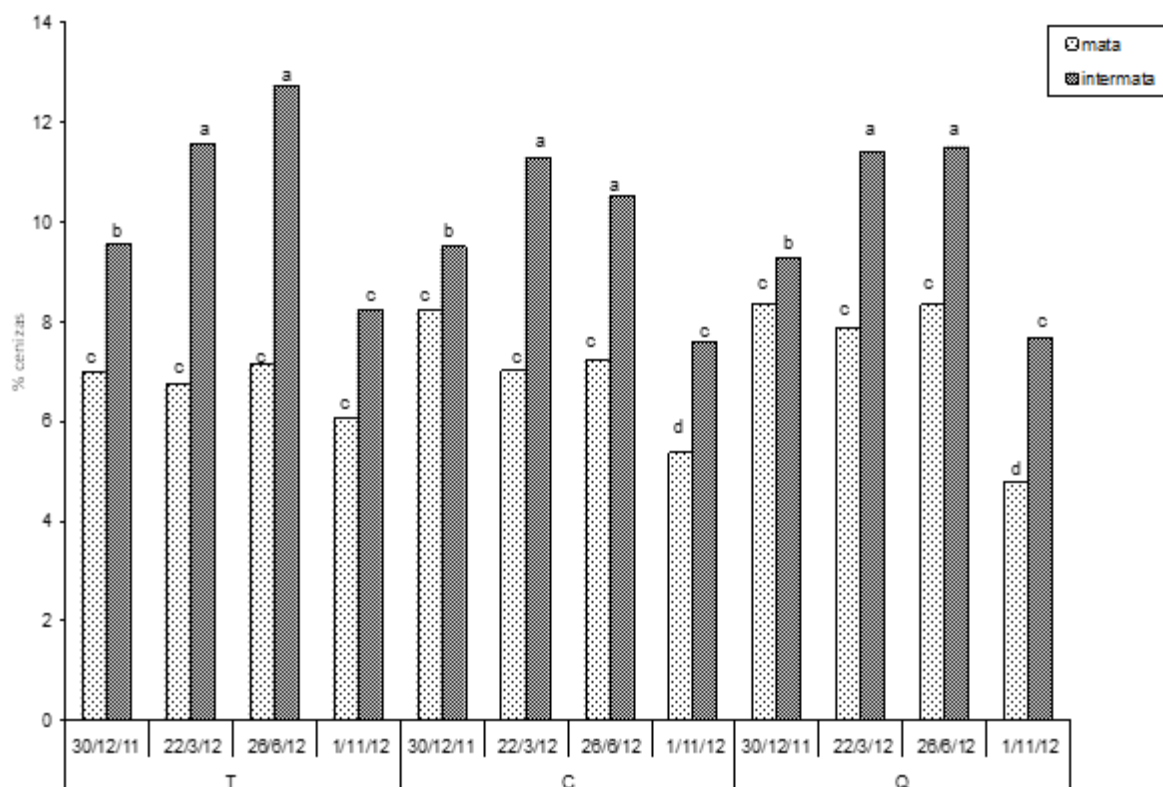


Figura 8. Porcentaje de cenizas (% cenizas) de *P. prionitis* (mata) y las especies presentes en la intermata, en parcelas sometidas a los tratamientos: T, testigo; C, cortadas con desmalezadora y Q, quemadas, en distintas fechas (n=6; letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos y fechas y tipos de biomasa: mata e intermata p<0,05).

Figure 8. *P. prionitis* (mata), and intermata species ashes content in control (T), mowed (C) and Q (burned) plots in different sampling dates (n = 6; different letters indicate statistically significant difference among treatments, sampling dates, and types of biomass; p<0.05).

Conclusiones

Los resultados obtenidos sustentan que la quema y el corte del pajonal dominado por *P. prionitis* tienen el mismo efecto positivo sobre la acumulación de biomasa y la calidad forrajera de la especie dominante y que las especies presentes en el espacio entre matas tienen mejor calidad forrajera que *P. prionitis*.

Los efectos negativos del calentamiento sobre el suelo son casi despreciables en fuegos de pastizales de *P. prionitis*, posibilitando una regeneración más rápida de la comunidad.

Comparando la situación testigo con la situación de disturbio en el suelo del pastizal, se registraron aumentos de P disponible, no se observaron cambios en nitratos, ni de materia orgánica, ni cambios en el pH.

La acumulación de biomasa fue mayor con un corte único anual después del disturbio inicial, lo cual estaría indicando que no es una especie que se adapta a remociones trimestrales de biomasa.

El tratamiento C tuvo efectos positivos similares al tratamiento Q: mejorar la calidad forrajera de los rebrotes, eliminar la alta acumulación de biomasa muerta acumulada y aumentar la disponibilidad de determinados nutrientes, debido a que el material cortado queda en el sitio. La ventaja sustancial del C sobre las parcelas Q, se debe a que el incremento en la disponibilidad de fósforo evidenciada tras ambos tipos de disturbios, fue reasignada de manera

diferente a lo ocurrido en el tratamiento Q: fue utilizado más eficientemente por las especies presentes en la intermata en detrimento de los rebrotes de *P. prionitis*, debido a que esta porción produjo 1000 kg MS ha⁻¹.año⁻¹ más en el C que en la intermata de las parcelas Q, aunque esas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En función de los porcentajes de utilización forrajera (Díaz, 2007) y los requerimientos totales de un novillo de 300 kg que gana 0,3 kg diarios (Sampedro et al, 2007), el efecto de los tratamientos de C y Q sobre la cantidad y calidad de la intermata del pajonal de *P. prionitis*, permitirían cuadruplicar o triplicar la receptividad del pastizal, respectivamente manteniendo cortes trimestrales. Junto con este incremento se debería considerar también el efecto promotor sobre la calidad de la oferta forrajera, aportada por los rebrotes de las matas de *P. prionitis*.

Bibliografía

- ALBANESI, A. y ANRIQUEZ, A. 2003. El fuego y el suelo. *In*: Fuego en los ecosistemas argentinos. Kunst, C., S. Bravo y J. L. Panigatti (eds.). INTA, Santiago del Estero, Argentina. 332 pp.
- ARAÚJO CRISPIM, S.M., CARDOSO, E.L., GONÇALVES RODRIGUES, C.A. y BARIONI, W. (Jr). 2003. Composição Química da Matéria Seca de um Campo de Pastagem Nativa Submetido à Queima, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Archivo Latinoamericano. Producción Animal* 11:157-162.

- BERNARDIS, A.C., FERNÁNDEZ, J., GOLDFARB, M.C. y CASCO, J. 2004. Impacto ambiental de la quema prescrita de un pastizal sobre la materia orgánica y el nitrógeno del suelo. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. 4pp.
- BURKART, A. 1969. Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina), Gramíneas. Colección Científica INTA. Tomo VI, parte 2da. Bs. As. 551pp.
- BRAY, R.H. y KURTZ, L.T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorous in soil. *Soil Sci.* 59:39-45.
- CARREIRA, D. 2011. Cuantificación de la materia orgánica del suelo. Métodos de Walkley y Black. *In: Gestión de la calidad en los laboratorios de análisis de suelos agropecuarios.* SAMLA-ROINSA. Jornadas de actualización, Rosario.
- CHURRUARÍN, E. 2007. Afectación de la Ganadería Argentina por el evento natural hidrometeorológico "El Niño". Informe de situación. Subsecretaría de Ganadería de la Provincia de Entre Ríos. 5pp.
- COMBIN, D., VISINTINI, M.L. y SCHMIDT, C. 2010. La vulnerabilidad económica-productiva en el departamento Garay, Santa Fe: el caso de la ganadería de islas. *In: revista Universitario de geografía.* Universidad Nacional del Sur 19:19-47.
- DÍAZ, R.O. 2007. Utilización de pastizales naturales. Ed. Encuentro. Córdoba, Argentina. 456pp.
- DI RIENZO, J.A., CASANOVES, F., BALZARINI, M.G., GONZALEZ, L., TABLADA, M. y ROBLEDO, C.W. 2008. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. (UNC). Argentina.
- ENGLER, P.L., RODRÍGUEZ, M. y CANCIO, R. 2007. La soja en Entre Ríos: Su evolución en los últimos 20 años. INTA EEA Paraná. Serie de Extensión N° 45:7-15.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA INTA Reconquista. 2013. Boletines meteorológicos. Observatorio Agro meteorológico. <http://inta.gob.ar/unidades/613000/agrometeorologia-reconquista/view>. Verificación: 13/04/2013).
- FELDMAN, S.R., BISARO, V. y LEWIS, J.P. 2004. Photosynthetic and growth responses to fire of the subtropical-temperate grass *Spartina argentinensis* Parodi. *Flora* 199: 491-499.
- FRANCESCHI, E.A., PRADO, D.E. y LEWIS, J.P. 1985. Comunidades vegetales y mapa de vegetación: Reserva "El Rico" e Islas Aledañas, Provincia de Santa Fe, República Argentina. Servicio de Publicaciones de la Universidad Nacional de Rosario. 44pp.
- GOERING, H. y VAN SOEST, P. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook* N° 379, USDA, Washington DC. 20pp.
- HERINGER, I. y JACQUES, A.V. 2001. Adaptacao das plantas ao fogo: enfoque na transicao floresta – campo. *Revisao bibliográfica. Ciência Rural*, Santa Maria 31:1085-1090.
- HIDALGO, L.G., CAUHEPE, M.A. y ERNI, A.N. 1998. Digestibilidad de materia seca y contenido de proteína bruta en especies de pastizal de la pampa deprimida, Argentina. *Revista de Producción y Sanidad Animal* 13:165-177.
- IACOPINI, M.L., REY, R.M., PUEYO, J.M., FONSECA, J., BURNS, J. y VICENTIN, J. 2005. Producción y calidad forrajera de un pastizal natural (Entre Ríos, Argentina). Fertilización fosfatada. Resúmenes 28º Congreso Asociación Argentina de Producción Animal, Bahía Blanca.
- INTA EEA Paraná 1990. PLAN MAPA DE SUELOS, convenio INTA - Gobierno de Entre Ríos. 1990. Carta de Suelos de la República Argentina, Provincia de Entre Ríos. Tomos I y II. E.E.A. Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 7. 321pp.
- IPCC. 2014. Summary for policymakers. *In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectorial Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field CB, Barros VR, Dokken DJ et al, (eds.)]. Cambridge, Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponible: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgii_spm_en.pdf.
- IUSS WORKING GROUP WRB. 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos. FAO, Roma. 205 pp.
- KANDUS, P. y QUINTANA, R. y BÓ, R. 2006. Patrones de paisaje y biodiversidad Del Bajo Delta Del Rio Paraná. Mapa de ambientes. Buenos Aires. 48 pp.
- KNOEPP, J., DE BANO, L. y NEARY, D. 2005. Soil chemistry. *In: Neary, D. Ryan, K., De Bano, L., eds. Wildland Fire in ecosystems: Effects of fire on soils and water.* Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Station, U. S. 4:53-72.
- KUNST, C., BRAVO, S., MOSCOVICH, F., HERRERA, J., GODOY, J. y VÉLEZ, S. 2003. Fecha de aplicación de fuego y diversidad de herbáceas en una sabana de *Elionorus muticus* (Spreng) O. Kuntze. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76:105-115.
- MASSA, E.S., OAKLEY, L.J., PRADO, D.E. y FELDMAN, S.R. 2016. Resiliencia de un pajonal de *Panicum prionitis* Nees bajo distintas alternativas de manejo. *Ecología Austral* 26:236-245.
- MOHAMED, A., HÄRDITTE, W., JIRJAHN, B., NIEMEYER, T. y OHEIMB, G. 2007. Effects of prescribed burning on plant available nutrients in dry heathland ecosystems. *Plant Ecology* 189: 279-289.
- MOSCONI, F.P., PRIANO, L.J., HEIN, N.E., MOSCATELLI, G., SALAZAR, J.C., GUTIERREZ, T. y CACERES, L. 1981. Mapa de suelos de la Provincia de Santa Fe. Tomo I. INTA – MAG Santa Fe. 248pp.
- PAYTON, I.J. y PEARCE, H.G. 2009. Fire-induced changes to the vegetation of tall-tussock (*Chionochloa rigida*) grassland ecosystems. *Science for Conservation* 290. 42pp.
- ROIG, C.A., PÉREZ, A.C. y PÉREZ, C. 2003. Como pasar de una carga animal 0,3 a 1,5 UG/ha. INTA Estación Experimental Agropecuaria Colonia Benítez. INTA. 9pp.
- SABATTINI, R. y LALLANA, V. 2007. Aquatic Macrophytes. *In: The Middle Paraná River: Limnology of a Subtropical Wetland.* (M.H. Iriondo, J.C. Paggi y M.J. Parma eds.). Springer, Berlin, Heidelberg, New York. 382pp.
- SABATTINI, R.A., WILSON, M., MUZZACHIODI, N. y DORSCH, A. 1999. Guía para la caracterización de agroecosistemas del centro-norte de Entre Ríos. *Revista Científica Agropecuaria.* Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNER. 3:7-19.
- SACIDO, M.B., LOHOLABERRY, F.K. y LATORRE, E. 2004. Dinámica de la oferta en pasturas naturales posquema: cantidad y calidad. *Archivos de Zootecnia.* 53:153-164.
- SACIDO, M., HIDALGO, L.G. y CAUHEPE, M.A. 1995. Efectos del fuego y la defoliación sobre el valor nutritivo de matas de paja colorada (*Paspalum quadrifarium*). *Memorias del 19º Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal (AAPA)* 142-146.
- SAMPEDRO, D., GARCARENANA, D., KLOSTER, D., LATIMORI, N., MONJE, A., PERUCHENA, C. y SOMMA DE FERÉ, G. 2007. Curso de Capacitación a distancia sobre alimentación de ganado bovino: requerimientos de energía, proteínas, minerales y vitaminas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA. Módulo 1, 126pp.
- SIONE, W., ACEÑOLAZA, P., ZAMBONI, L., DEL VALLE, H., SERAFINI, C. y GALLARDO LANCHO, J. 2009. Aplicación de la teledetección en la estimación de las emisiones extraordinarias de CO₂ por quemas de áreas insulares en el complejo litoral del Río Paraná, República Argentina. *In: Emisiones de gases con efecto invernadero en ecosistemas Iberoamericanos.* Ed: Campo Alves y Conti M. 255-272pp.

- SORENG, R.J. 2010. *Coleataenia* Griseb. (1879): the correct name for *Sorengia* Zuloaga y Morrone (2010) (Poaceae: Paniceae). Journal of the Botany Research Institute of Texas 4:691-692.
- URIOSTE, A.M., HEPPEL, E., BELMONTE, V. y BUSCHIAZZO, D. 2009. Fracciones de fósforo en suelos del cardenal pampeano expuestos a distintas temperaturas de quema. Rev. Ciencia del Suelo, Argentina. 27:177-183
- USTARROZ, E., LATIMORI, N. y PEUSER, R.1997. Módulo de programación forrajera. Alimentación en bovinos para carne. 4to Curso de Capacitación para Profesionales. EEA INTA Manfredi, Córdoba, Argentina 13pp.
- VICARI, R. 2011. Los pajonales del bajo delta insular como sumideros de carbono. In: El patrimonio natural y cultural del bajo del insular del río Paraná. Bases para su conservación y uso sostenible. (Eds. Quintana, R. D., Villar, M. V., Astrada, E., Saccone, P. y Malazof, S.). Aprendelta, Buenos Aires, Argentina. 316pp.