

Estrategias de recuperación para Praderas de hidrófitas en la Depresión del Salado

*Trabajo final presentado para optar al título de
Especialista en Manejo de Sistemas Pastoriles*

Fernández, Federico Ezequiel

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de La Plata. 2014

Lugar de trabajo: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales-UNLP



Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano

Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires

Tutor

María Cristina Vecchio

Ingeniera Agrónoma (FCA y F-UNLP)

Magister en Recursos Naturales (EPG; UBA)

JURADO DE TRABAJO FINAL

Jurado

Pablo García- Parisi

Ingeniero Agrónomo (UBA)

Dr. (EPG; UBA)

Gustavo Striker

Ingeniero Agrónomo (UBA)

Dr. (EPG; UBA)

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. MATERIALES Y MÉTODOS	5
2.1. Caracterización del sitio de estudio	5
2.2. Diseño experimental	10
3. RESULTADOS.....	12
3.1. Experimentación con herbicida.....	12
Cobertura y biomasa del grupo de especies de valor forrajero	12
Cobertura y biomasa de gramíneas OIP, PVO, monocotiledóneas no gramíneas y leguminosas.....	14
Cobertura y biomasa de latifoliadas.....	15
Suelo desnudo y broza	16
Índice de diversidad y riqueza florística	17
3.2. Experimentación sin herbicida.....	19
Cobertura y biomasa del grupo de especies de valor forrajero	19
Cobertura y biomasa de gramíneas OIP, PVO, monocotiledóneas no gramíneas y leguminosas.....	21
Cobertura y biomasa de latifoliadas.....	22
Suelo desnudo y broza	23
Índice de diversidad y riqueza florística	24
4. DISCUSIÓN	26
5. CONSIDERACIONES FINALES	31
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXO 1	37
ANEXO 2	38

RESUMEN

Los pastizales de la Depresión del Salado son el principal recurso forrajero de los sistemas de cría bovina. En las últimas décadas el aumento de la carga animal ha sido superior a la receptividad, generando modificaciones en la estructura y funcionamiento del pastizal por sobrepastoreo, falta o reducción del periodo de descanso y/o por reemplazo con la implantación de especies exóticas. Este trabajo se concentró en la comunidad vegetal pradera de hidrófitas en sucesión secundaria en estado de deterioro estructural y funcional producto de la implantación de pastura monofítica con una especie exótica no adaptada al ambiente (*Thinopyrum ponticum*). El objetivo general del presente trabajo fue evaluar estrategias de recuperación en praderas de hidrófitas que, de manera individual o combinada permitan aumentar la cobertura y biomasa de especies de mayor valor forrajero (*Chaetotropis elongata*, *Paspalidium geminatum*, *Leersia hexandra*, *Panicum sp*, *Lotus tenuis*, entre otras). Las evaluaciones se llevaron a cabo en la localidad de Dolores, en una parcela se aplicó herbicidas y en otra no. En ambas se implementó en DBCA de 3 bloques por 5 tratamientos (testigo, agregado de nitrógeno y fósforo, agregado de semillas de *Lotus tenuis* (densidad comercial recomendada para pasturas, 6 kg/ha), agregado de semillas más fósforo, y semillas más fósforo y nitrógeno. En diciembre y abril se realizaron censos florísticos y cortes de biomasa. Las variables respuestas fueron cobertura de especies de valor forrajero, de latifoliadas, porcentaje de broza, suelo desnudo, dinámica de biomasa, índice de diversidad y riqueza florística. La cobertura de especies de valor forrajero fue mayor en todos los tratamientos con la excepción en la parcela con herbicida el tratamiento agregado de fósforo y *L. tenuis* que fue menor comparada al testigo. La biomasa de especies de valor forrajero en ambas parcelas fue mayor en el tratamiento con nitrógeno y fósforo. Todos los tratamientos generaron reducción en la cobertura de gramíneas primavera-otoño-verano, en especial *Setaria geniculata*. El agregado de semillas de *L. tenuis* y nutrientes aumentó significativamente la cobertura de leguminosas en comparación al testigo. Con herbicida la cobertura de latifoliadas aumentó significativo en abril en comparación a diciembre y disminuyó significativamente entre cortes en la parcela sin herbicidas. La riqueza florística se vio reducida cuando se agregó fósforo + nitrógeno o fósforo + *L. tenuis* en la parcela con o sin herbicida. Es necesario seguir con las evaluaciones en el tiempo y evaluar tecnologías de procesos para contribuir a la mejora de la estructura y funcionamiento de la comunidad vegetal en transición secundaria.

1. INTRODUCCIÓN

La Depresión del Salado es una extensa planicie de 9 millones de hectáreas en la parte oriental de la Región Pampeana. La alternancia de eventos de inundación y sequías, junto a las características edáficas predominantes han impedido la extensión de la actividad agrícola y por lo tanto el pastizal es el tipo de vegetación predominante, destinado principalmente a la cría de ganado vacuno (Deregibus et al. 1995). Es una de las áreas ganaderas y productoras de terneros más importantes del país, con un stock de vacunos que corresponde al 17,5% del stock nacional (Némoz et al. 2013).

El clima es templado subhúmedo con precipitaciones medias anuales que varían de 1000 mm en el norte a 850 mm en el sur, con un régimen isohigro. Las temperaturas medias mensuales más bajas son de 6,8 °C en julio-agosto, y las más altas se registran en enero, alcanzando 21,8 °C. La heterogeneidad de la vegetación de los pastizales de la Depresión del Salado está fuertemente asociada a las variaciones topográficas, que determinan la frecuencia y duración de las inundaciones, y a la presencia de salinidad/sodicidad de los suelos, los cuales en interacción con el pastoreo controlan la estructura de las comunidades (Perelman et al. 2001).

Las comunidades vegetales resultantes del pastizal son: en las lomas convexas, representan los ambientes no hidromórficos y no salinos, con suelos de buen drenaje interno, poligenéticos, profundos y ácidos (Hapludoles thaptoárgicos) denominada “*praderas de mesófitas*”. En las posiciones topográficas intermedias del paisaje con planicies de pendientes muy leves (menores al 3%) sobre suelos ligeramente alcalinos e hidromórficos subsuperficialmente (Natracuoles y Natralboles), se desarrolla la comunidad denominada “*praderas húmedas de mesófitas*”. En las posiciones más bajas del paisaje dominan tres tipos de ambientes: los bajos de recarga hídrica con suelos hidromórficos no salinos (Argiacuoles o Argialboles), los bajos de descarga hídrica con suelos hidromórficos y nátricos (Natracualfes típicos) y las planicies aluviales. En estos bajos se desarrollan respectivamente las comunidades denominadas “*pradera de hidrófitas*”, “*estepas de halófitas*” y “*estepas húmedas de halófitas*” (Batista et al. 2005).

Las condiciones climáticas permiten el crecimiento secuencial de pastos de ciclo otoño-invierno-primaveral y primavera-estivo-otoñal (de síndrome fotosintético C3 y C4 respectivamente). La productividad primaria neta aérea media anual en la pradera húmeda de mesófitas es de 5.500 kgMS.ha⁻¹; en la pradera de hidrófitas de 6.500 kgMS.ha⁻¹ y en estepa de halófitas de 2.500 kgMS.ha⁻¹ (Hidalgo y Cahuepé, 1991). Sin embargo, la

producción de forraje sigue un patrón estacional, con la máxima tasa de crecimiento (30-40 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) a finales de la primavera y la mínima (3-10 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) en invierno (Sala et al. 1981). La principal limitante de la producción secundaria es la escasa oferta de forraje durante el invierno, que restringe la capacidad de carga de los sistemas (Deregibus et al. 1995).

En las últimas décadas como consecuencia directa de la reducción de la superficie destinada a la producción de forraje en la zona más fértil de la Región Pampeana por efecto del avance de la agricultura, la ganadería se concentró gradualmente en esta subregión con aumento de la carga animal superior a la receptividad del sistema. El sobrepastoreo por cargas excesivas y/o falta de descansos genera cambios en la estructura y funcionamiento del pastizal natural en esta subregión (Sala et al. 1986, Facelli 1988, Chaneton et al. 2002). Uno de los cambios más evidentes es el reemplazo de gramíneas por un grupo de herbáceas dicotiledóneas no leguminosas, anuales y perennes, que suelen ser poco preferidas por el ganado (Chaneton et al. 2002). Esta disminución de las gramíneas, principalmente las especies de ciclo estival, genera una baja en la producción de forraje (Rusch y Oesterheld 1997), excepto las especies gramíneas C4 de hábito rastrero y escaso valor forrajero, que aumentan debido al uso intensivo o pastoreo continuo de estos pastizales (Jacobo et al. 2006).

A su vez muchos establecimientos aplican herbicidas sistémicos para reemplazar el pastizal natural por especies cultivadas, provocando la inestabilidad productiva cuando los ambientes presentan un alto riesgo hídrico o alta probabilidad de inundación extraordinaria. Cuando estos sitios son afectados por el uso de herbicidas tardan mucho más tiempo en regenerar el tapiz natural, pudiéndose afectar incluso sus propiedades edáficas muchas veces de manera irreversible. Esto afecta negativamente la productividad primaria y la estabilidad ecológica y productiva del sistema, y si la comunidad natural reemplazada representa una proporción importante de la superficie total del establecimiento se resiente la producción secundaria y, en consecuencia, la rentabilidad de la empresa.

Las prácticas habituales de manejo del forraje en el pastizal, tanto para aumentar su productividad, calidad y/o para mitigar el deterioro, incluyen la fertilización (Semmartin et al. 2007, Rodríguez et al. 2007, Rubio et al. 2010), la interseembra con especies leguminosas (Vignolio y Fernández 2011), la promoción de especies invernales con pastoreo intenso (Rodríguez y Jacobo 2013), el control de malezas con herbicidas

selectivos y la implementación de pastoreos controlados (Jacobo 2003, Vecchio et al. 2019).

La fertilización nitrogenada aumenta significativamente la productividad del pastizal promoviendo diferencialmente a los grupos funcionales que conforman la comunidad (Semmartin et al. 2007). Las respuestas positivas del agregado de nitrógeno han sido documentadas en numerosos ambientes de este pastizal, bajo distintos regímenes de pastoreo y en combinación, o no, con fósforo (Semmartin y Oesterheld 2001, García et al. 2002, Semmartin et al. 2007). Los grupos más promovidos por la fertilización son los pastos, lo que modifica las proporciones del pastizal de manera tal de aumentar su productividad secundaria potencial (Pearson et al. 1994, Pan et al. 2010). Se ha documentado que el aporte de nitrógeno en primavera y en verano genera ventajas competitivas para las gramíneas, e incluso dentro de ellas, las especies con síndrome fotosintético C4 (llamadas especies primavera-estivales) presentan la mayor respuesta (Fernández Grecco y Agnusdei 2005, Semmartin et al. 2007).

Por otra parte, la fertilización fosforada también genera aumentos en la productividad de los pastizales. El agregado de fósforo no solo aumenta la participación de las especies gramíneas C3 (inverno primaverales) sino que también aumenta la productividad de las leguminosas (Ayala Torales et al. 2000, Rodríguez et al. 2007). En ciertas situaciones se ha observado que *Lotus tenuis* puede absorber este nutriente de manera más eficiente por unidad de raíz, que las gramíneas, compensando con este otro grupo su diferencia negativa en masa radical, y generando un balance que permita la coexistencia de ambos durante el período de implantación (Ayala Torales 1998).

La interseembra con especies forrajeras como *Lotus tenuis* permite aumentar la productividad primaria de los pastizales (Fernández et al., 2012). La especie presenta hábito rastrero, de crecimiento preferentemente primavera-estival, perenne, naturalizada en la Depresión del Salado y tolerante a suelos saturados y salinos (Vignolio et al. 1994, 1995). Es apta para enriquecer la oferta forrajera del pastizal por su buen balance entre cantidad y calidad y por su alta producción de semillas que contribuye a su propagación. A su vez presenta la capacidad de incorporar nitrógeno atmosférico al suelo en simbiosis con bacterias fijadoras e interferir en el establecimiento de especies de reducido valor forrajero (Hidalgo y Rimoldi, 1992; Colabelli y Viviani Rossi, 1997; Laterra, 1997; Cahupé, 2004). Quinos et al. 1998, observaron una mayor área foliar de macollos de *Paspalum dilatatum* cuando crecía cerca de *L. tenuis* y no encontraron aumentos de

producción cuando se aplicó herbicida, para eliminar la competencia de malezas, y el agregado de semillas de *L. tenuis*.

Las prácticas anteriormente mencionadas, han sido enfocadas en la pradera húmeda de mesófitas, en estepa de halófitas y en pradera de hidrófitas con historia de pastoreo continuo o rotativo, pero no existe información para recuperar ambientes hidrófitos que han sido disturbado por la práctica de reemplazo por especies exóticas y que se encuentran en estado sucesional secundario.

El objetivo general del presente trabajo fue evaluar estrategias de recuperación en praderas de hidrófitas que, de manera individual o combinada, permitan aumentar la cobertura y producción de biomasa de grupo de especies de mayor valor forrajero.

Los objetivos específicos fueron: 1) Registrar y evaluar los cambios en cobertura y biomasa aérea de una pradera de hidrófitas con y sin la aplicación de herbicida, agregado de semillas de *Lotus tenuis* y de fertilizantes (P y N+P). 2) Evaluar riqueza y la diversidad florística en la pradera de hidrófita con y sin la aplicación de herbicida, agregado de semillas de *L. tenuis* y de fertilizantes.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomó como caso de estudio un establecimiento rural ubicado en el partido de Dolores, provincia de Buenos Aires, que presenta situaciones de pradera de hidrófita en sucesión secundaria producto del reemplazo del pastizal natural con especies implantadas con posterior historia de sobrepastoreo, sequía e inundación.

2.1. Caracterización del sitio de estudio

El establecimiento El Estación, ubicado en el partido de Dolores, provincia de Buenos Aires, en el kilómetro 226 de la Ruta Provincial N°2 y la Ruta Provincial N°60. Tiene una superficie total de 691 ha, de las cuales son útiles 575 ha, el resto de la superficie son lagunas permanentes, construcciones, instalaciones y mejoras (Figura 1). El establecimiento es alquilado y se desarrolla el sistema de cría con recría.

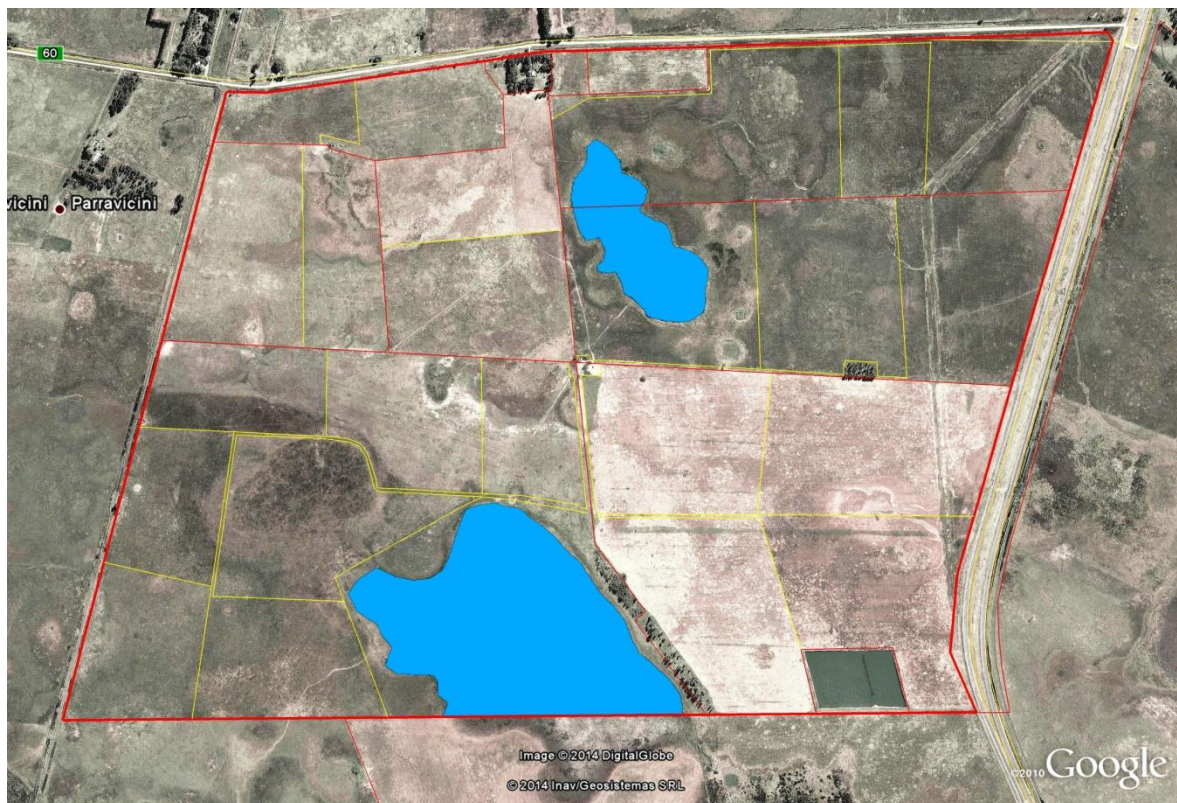


Figura 1: Croquis del establecimiento El Estacón. Líneas rojas representan alambrados fijos y líneas amarillas alambrado eléctrico. Imagen Google Earth.

En el establecimiento en estudio, se encontraron a partir del análisis de imágenes de GeoINTA, cuatro unidades cartográficas. En la Figura 2 se observa la disposición de cada una de ellas en el establecimiento y en la Tabla 1 se describe cada unidad cartográfica, las series que la constituyen y la capacidad de uso de suelo. En Anexo 1 se adjunta la descripción de cada una de las series de suelo que la constituyen.

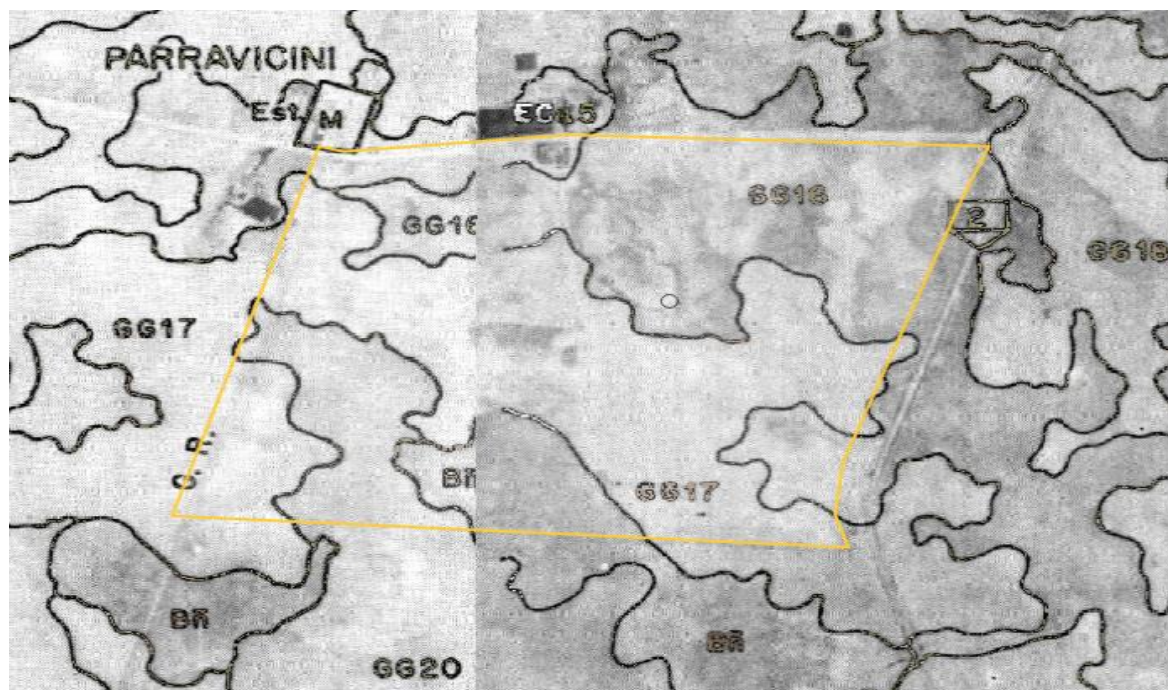


Figura 2: Unidades cartográficas presentes en el establecimiento El Estacón.

Tabla 1: Unidades cartográficas, series de suelos y capacidad de uso de suelo, presentes en el establecimiento El Estacón.

Unidad cartográfica	Series de suelo	Capacidad de uso del suelo
GG16	Complejo series General Guido, fase pobremente drenada (70%, <i>Natracuol típico</i>) y Castelli, fase pobremente drenada (30%, <i>Natracuol típico</i>).	VIws
GG17	Complejo series General Guido (60%; <i>Natracuol típico</i>), Ayacucho (30%; <i>Natrudol vértico</i>) y Castelli, fase pobremente drenada (10%; <i>Natracuol típico</i>)	VIws
GG20	Asociación series General Guido, fase pobremente drenada (50%, <i>Natracuol típico</i>), General Guido (20%), Castelli, fase pobremente drenada (15%, <i>Natracuol típico</i>) y Suelos indiferenciados de bajos (15%)	VIws
ECa5	Complejo series El Carmen (50%, <i>Natrudol abruptico</i>) y Pila (30%, <i>Argiudol abruptico</i>) y Ayacucho (20%, <i>Natrudol vértico</i>)	IVws

El establecimiento presenta alto riesgo de anegamiento, en la Figura 3 se adjunta el croquis, con la subdivisión interna y el riesgo de anegamiento de cada uno de los potreros (Proyecto Anegamiento Cuenca del Salado, GeoINTA).

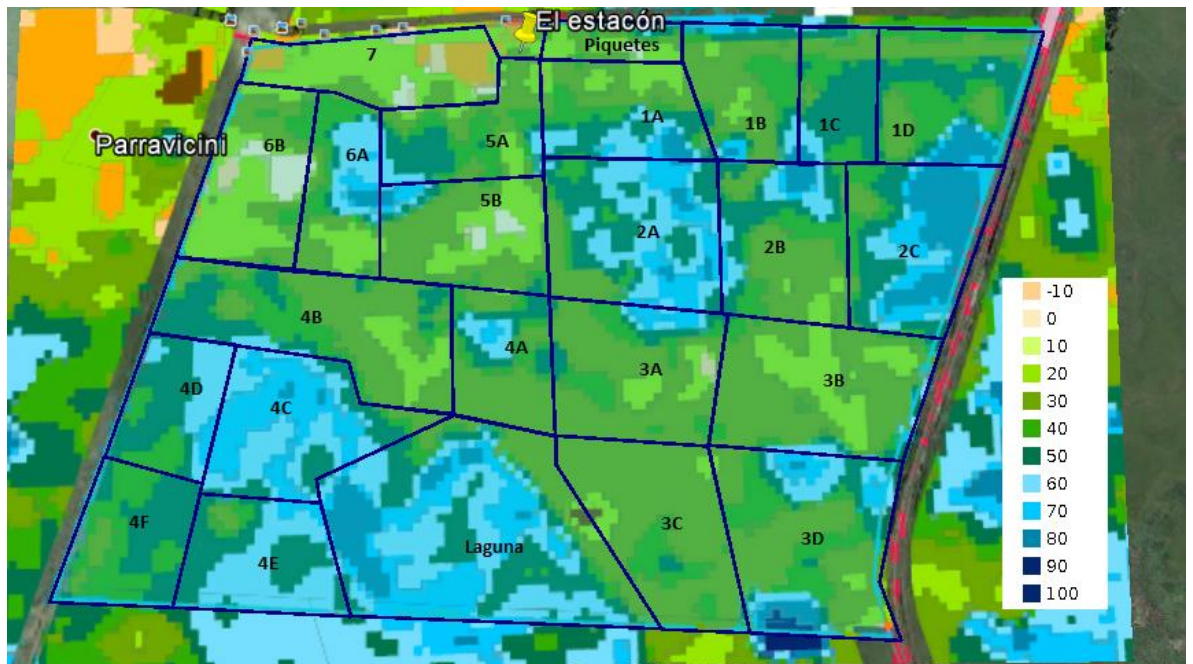


Figura 3: Croquis y riesgo de anegamiento del establecimiento El Estación.

La estructura forrajera está conformada por 537,3 ha de pastizal natural, 22,7 ha de pastura base festuca implantada en 2017 (cultivo antecesor maíz pastoreo, fecha de siembra 20 de marzo de 2017, *Festuca arundinacea* cv *Colona* 15 kg/ha, *Lotus tenuis* cv *La Esmeralda* 6 kg/ha y *Trifolium repens* cv *Goliath* 2 kg/ha) y 15 ha de promoción de especies invernales. Se suplementa con rollos comprados a terceros en el invierno

En base a la información provista por la Figura 3 en connotación con recorridas de identificación de ambientes, comunidades y especies en marzo, septiembre y noviembre de 2018 se concluye que en el establecimiento en estudio se presentan las siguientes situaciones de manera simplificada:

Situación 1: *Pastizal de media loma*: ocupa áreas planas y extendidas en la que el drenaje tiene algunas limitaciones y en donde existen rasgos de sodicidad en horizontes subsuperficiales. Es un recurso de pastos altos con especies de crecimiento otoño-invierno-primaveral y primavera-verano-otoñal (*Lolium multiflorum*, *Gaudinia fragilis*, *Bromus mollis*, *Festuca arundinacea*, *Paspalum dilatatum* y *Botriochloa laguroides*, *Stenothaphrum secundatum*, entre otras). Se identificaron dos estratos de la vegetación; el estrato de mayor altura presenta matas que alcanzan más de 50 cm con cañas

reproductivas en floración, donde, en algunos lotes había material senescente y muerto en pie durante la primavera. En esta misma estación se observó una cantidad importante de plantas de *L. tenuis*, posiblemente favorecidas por un comienzo de estación con abundantes precipitaciones y tiempo fresco que seguramente favorecieron la germinación y establecimiento de la leguminosa. El suelo estaba cubierto de broza, que no parecía estar en proceso de descomposición. Estos ambientes se asociarían a Natracuoles típicos que estaban secos y agrietados en marzo y muy húmedo en noviembre. En la Figura 3 este ambiente está representado por colores naranja a verdes claros (rango de 0 a 20 de anegamiento).

Situación 2: *Pastizal de bajo salino/alcalino*: se ubica en una posición intermedia del paisaje, usualmente asociada a áreas planas, tendidas, ubicados en torno a ambientes húmedos. Predominan las especies de crecimiento primavero-verano-otoñal (*Distichlis scoparia* y *D. spicata*). Estas áreas del pastizal con altos niveles de salinidad y sodicidad desde la superficie o muy cerca de ella, están sujetas a la desecación durante el verano y es así como la encontramos durante la visita en el mes de marzo. Se observó alto porcentaje de suelo desnudo, poca cobertura de broza y en poca superficie afloraban sales en la superficie. Estos ambientes se asocian a suelos Natracualf y en la Figura 3 se asocia a zonas de transición de los verdes claros-oscuros (rango entre 20-30).

Situación 3: *Pastizal de bajo hidrófito*: ocupa los suelos con mayores problemas de drenaje, pero sin rasgos de sodicidad superficial o subsuperficial. Se ubica sobre suelos Argiacuoles y Argialboles. En el paisaje, se restringe a cubetas generalmente circulares en las que permanecen decenas de centímetros de agua en la superficie por largos periodos de tiempo todos los años. Asociada a sitios inundables y probablemente a napas freáticas casi superficiales (Burkart et al. 1990). Son reconocidos como áreas del pastizal de buena calidad ya que en ellos se encuentran gramíneas palustres de buen valor forrajero. En algunos lotes del establecimiento representan una proporción importante del pastizal y puede considerarse como el ambiente predominante, donde, encontramos plantas acuáticas dicotiledóneas. La estructura de la vegetación de los bajos dulces es más baja con relación a la anterior porque las especies más abundantes son gramíneas palustres de porte rastroso como el *Paspalidium geminatum*, *Leersia hexandra* y *Panicum miliodes* que cubren gran parte del suelo. Son plantas de gran tamaño y vigor con un alto crecimiento a fines de verano que es cuando florecen. Otras especies presentes era *Lotus tenuis*, *Mentha pulegium*, *Hidrocotile sp* y *Marsilea concinna*. El suelo presentaba en

marzo y noviembre alta cobertura vegetal total (80%), se observó broza entremezclada con poca descomposición y bajo porcentaje de suelo desnudo (5 a 10%). En la Figura 3 están representados por el verde oscuro y celeste claro (rango 30 a 60).

Situación 4: *Pastizal de bajo hidrófito en sucesión secundaria*: en algunos lotes del establecimiento, el pastizal de bajo hidrófito presentan una alta cobertura de latifoliadas, alto porcentaje de suelo desnudo y bajo porcentaje de broza y de especies de valor forrajero. Estos ambientes se observaron con menor contenido hídrico posiblemente debido a la mayor pérdida de humedad por evaporación. Estos potreros habían sido reemplazados mediante la implantación de una pastura monofítica con una especie exótica no adaptada al ambiente, *Thinopyrum ponticum*, con la intención de mejorar su producción, pero no prosperó por efecto de inundaciones posteriores a su implantación, sobrepastoreo y por no cumplir sus requerimientos edáficos. El reemplazo por especies cultivadas impone cambios en la abundancia y distribución de las especies nativas del pastizal. Se observó abundante cobertura de *Leontodon nudicaulis*, *Eclipta belliloides* y *Mentha pulegium* que cubrían entre un 30 a 40 % de la cobertura vegetal. La presencia de gramíneas estivales es escasa y no supera el 20%, y no se observó broza. El porcentaje de bajo hidrófito en esta condición representa aproximadamente un 30% de la superficie de dicha comunidad en el establecimiento.

Situación 5: Cañadas: planicies aluviales sobre los márgenes de cursos de agua o con napas freáticas muy altas; sometidos a anegamiento casi permanente. La comunidad natural son pajonales altos de juncos, cortaderas o espartillares de escaso valor forrajero. Representan un valor biológico alto al convertirse en hábitat o sitio de nidificación de innumerables especies de aves, de fauna, regulación hídrica, secuestro de carbono, etc. (Quintana et al. 2002; Kandus, et al. 2011).

2.2. Diseño experimental

En un potrero pastoreado por vacunos el 21 de septiembre de 2018 se clausuró una superficie de 360 m² para impedir el ingreso de animales durante el periodo experimental. Se realizaron dos parcelas experimentales, en una se aplicó herbicida (CH) y en otra no (SH) ambos en DBCA de 3 bloques por 5 tratamientos. En cada una de bloques se aplicaron 5 tratamientos con tres repeticiones distribuidos al azar. El tamaño de las subparcelas fue de 2x2 metros, separadas entre ellas por calles de 1 metro de ancho. Los tratamientos fueron: Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis*

(L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). En la Figura 4 se adjunta el esquema de distribución espacial de los tratamientos y repeticiones de los ensayos.

En la parcela con herbicida se aplicó el 21 de septiembre de 2018, 800 cm³.ha⁻¹ de 2,4 diclorofenoxibutírico (2,4 DB, pureza 93,1 % p/v) + 150 cm³. ha⁻¹ de flumetsulam (12 gr/100 cm³) + 50 cm³.ha⁻¹ de corrector de agua + 50 cm³.ha⁻¹ de adherente. El volumen de aplicación fue 120 litros ha⁻¹ y se utilizó una mochila manual de presión constante Giber EM-16, con un caudal de 500 cm³/min, con pastilla tipo abanico plano. Se cumplió con las normas correspondientes de seguridad para manipulación y aplicación de fitosanitarios. En la misma fecha de septiembre también se realizó la fertilización fosforada agregando 100 kg. ha⁻¹ de superfosfato triple (46% de P₂O₅), la fertilización nitrogenada representó una dosis de 100 kg. ha⁻¹ de urea (46% de nitrógeno total en forma amídica) agregados al voleo. El agregado de semillas de *Lotus tenuis* fue al voleo y representó una densidad de 6 kg. ha⁻¹.

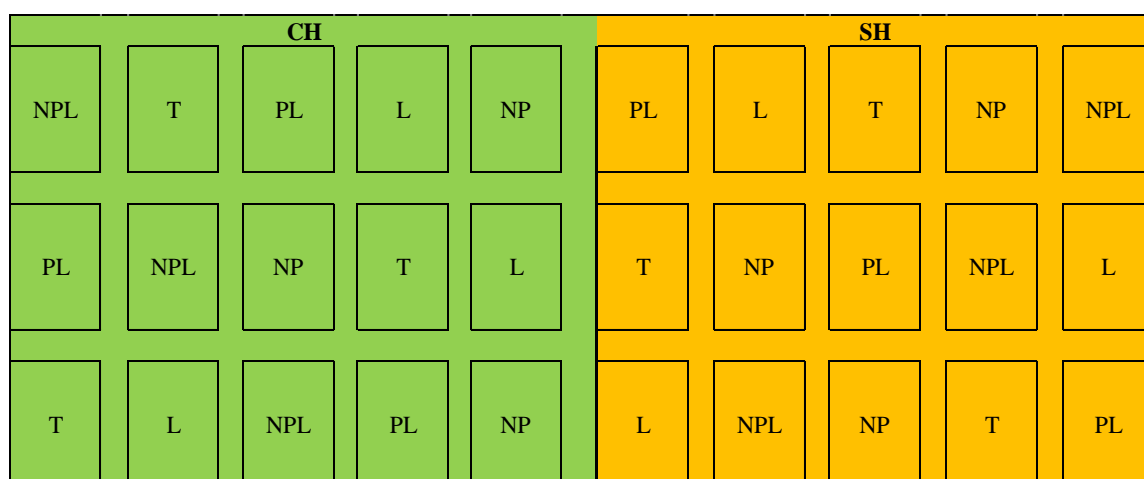


Figura 4: Esquema de distribución espacial de los tratamientos y repeticiones. Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (Testigo); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP).

2.3. Variable respuesta

Para evaluar el cambio florístico se realizaron censos de la vegetación (Braun-Blanquet, 1950) en cada tratamiento, donde se estimó visualmente la cobertura basal de cada especie, la cobertura vegetal total, broza y suelo desnudo. La escala utilizada fue semicuantitativa de 5 en 5%, cuando la cobertura fue menor al 5% se usó una escala de 1

en 1% (Vecchio et al. 2019). Los censos se realizaron en septiembre, diciembre de 2018 (evaluación primavera) y abril de 2019 (evaluación otoño). A partir de la información generada se realizó el cálculo del índice de diversidad de Shannon and Weaver (1963) (H) y la riqueza florística realizando la suma de las distintas especies encontradas en las dos instancias de evaluación. Para evaluar la dinámica de la biomasa se realizaron cortes al ras del suelo utilizando un cuadrado de 25x25 cm, en diciembre 2018 y abril 2019 con posterior separación del material en gramíneas C3, gramíneas C4, monocotiledóneas no gramíneas, leguminosas y latifoliadas. Los grupos generados se los agrupó de la siguiente manera:

- Grupo de especies de valor forrajero (GVF): incluyen grupos funcionales de las gramíneas de crecimiento otoño-invierno-primavera con síndrome fotosintético C3 (OIP), gramíneas de crecimiento primavera-verano-otoño con síndrome fotosintético C4 (PVO), monocotiledóneas no gramíneas y leguminosas. Entre las especies que conformaron este grupo estaban *Chaetotropis elongata*, *Paspalidium geminatum*, *Leersia hexandra*, *Panicum miliodes*, *Lotus tenuis*, *Juncus sp* entre otras.).

- Latifoliadas: Dicotiledóneas no leguminosas.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante ANOVA con la prueba Test de Tukey haciendo uso del programa Infostat. El diseño experimental del presente trabajo, no nos permitió comparar estadísticamente el agregado de herbicidas entre parcelas porque no se contaba con repeticiones verdaderas. Pero sí pudimos evaluar los efectos del agregado de *Lotus tenuis* y de fertilizantes adentro de cada parcela.

3. RESULTADOS

3.1. Experimentación con herbicida

Cobertura y biomasa del grupo de especies de valor forrajero

La cobertura y biomasa del grupo de especies de valor forrajero fue mayor en diciembre comparado con el mes de abril (Figura 5; $p < 0,0001$ y $p = 0,0013$ respectivamente). La cobertura y biomasa de gramíneas OIP presentó un patrón estacional marcado y fue mayor en diciembre que el de abril ($p < 0,0001$). Las gramíneas PVO, monocotiledóneas no gramíneas y leguminosas mostraron un patrón de la cobertura opuesto, debido a que fue mayor en abril con relación al mes de diciembre ($p < 0,0001$, $p =$

0,003 y $p=0,005$ respectivamente). La biomasa de gramíneas PVO presentó el mismo patrón descrito con la cobertura, ($p<0,0001$) mientras que en la biomasa de leguminosas y monocotiledóneas no gramíneas el corte de diciembre superó la de abril ($p=0,0008$ y $p=0,0028$ respectivamente). Los resultados se observan en la Figura 5.

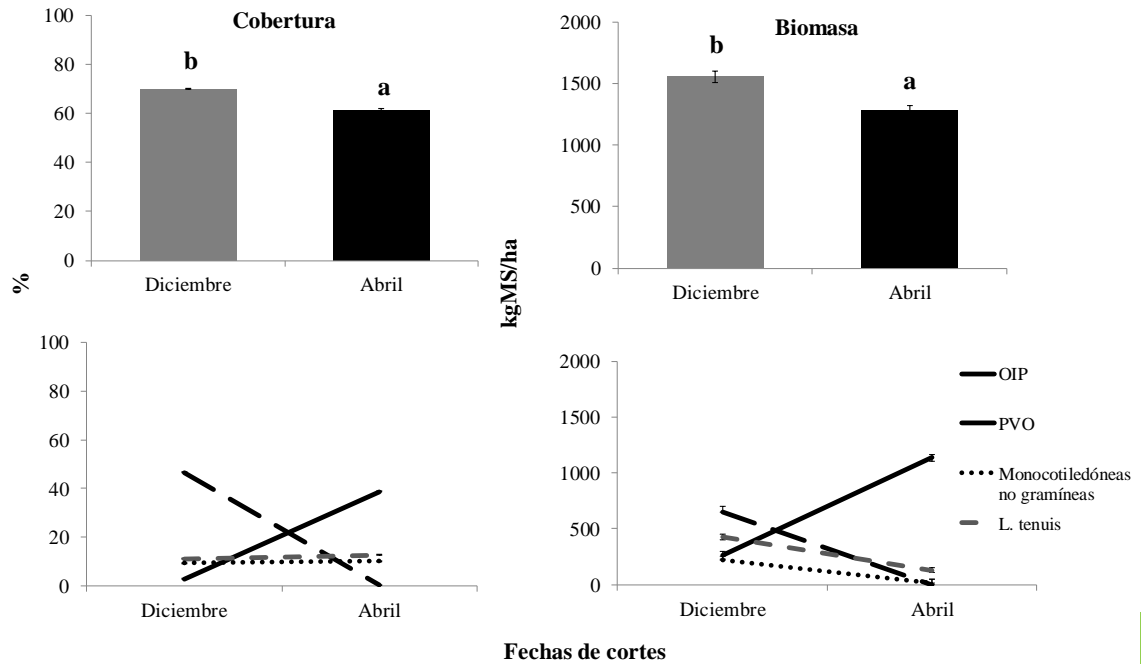


Figura 5: Cobertura del grupo de especies de valor forrajero expresado en porcentaje (%), biomasa del grupo de especies de mayor valor forrajero expresada en $\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$, cobertura de gramíneas OIP, PVO, monocotiledóneas no gramíneas y leguminosas evaluadas en los cortes de diciembre y abril. Letras diferentes (ordenadas en forma creciente desde la media más baja hacia la más alta: a-b) indican diferencias significativas ($p<0,05$).

La cobertura de especies de valor forrajero en los tratamientos con L y NPL fueron mayores con respecto a T, NP y PL ($p<0,0001$). La biomasa fue mayor con NP, intermedia con NPL, PL y T y menor con L (Figura 6 y Tabla 2).

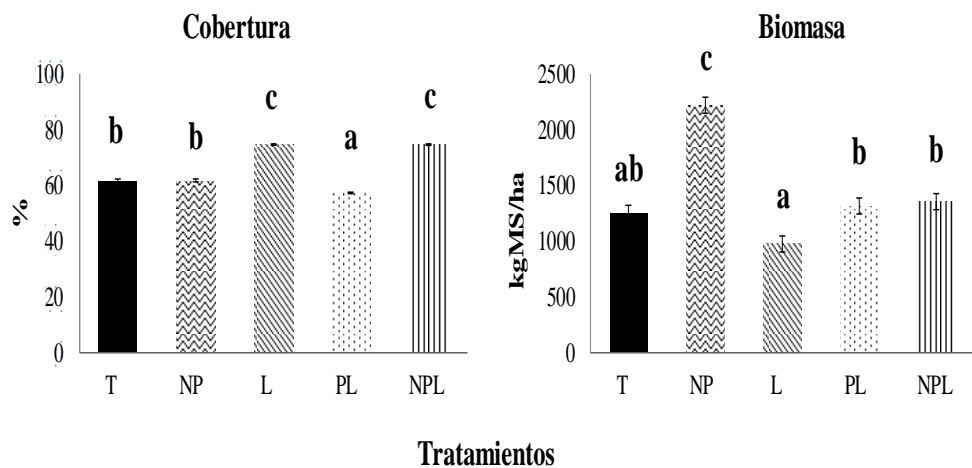


Figura 6: Cobertura expresada en porcentaje (%) y biomasa expresada en $\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ de especies de valor forrajero según los tratamientos utilizados, incluyendo las dos fechas. Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes (ordenadas en forma creciente desde la media más baja hacia la más alta: a-b-c) indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cobertura y biomasa de gramíneas OIP, PVO, monocotiledóneas no gramíneas y leguminosas

La cobertura y producción de biomasa de los grupos funcionales varió según el tratamiento aplicado (Figura 7 y Tabla 2). La cobertura de gramíneas OIP con el agregado de L o con NP fue mayor que el resto de los tratamientos ($p < 0,0001$). Mientras que la producción de biomasa fue significativamente mayor con NP con respecto al resto de los tratamientos.

La cobertura de gramíneas PVO fue mayor en T comparado con el resto de los tratamientos ($p < 0,0001$) y la producción de biomasa con el agregado de L fue menor con relación al resto de los tratamientos aplicados.

La cobertura de monocotiledóneas no gramíneas fue mayor en L y NPL que el resto de los tratamientos y no se encontró diferencias entre ambos tratamientos, $\text{NP} > \text{T} > \text{L}$ ($p < 0,0001$). La biomasa de monocotiledóneas no gramíneas no presentó diferencias significativas entre tratamientos. La cobertura de leguminosas presentó diferencias significativas entre todos los tratamientos donde $\text{NPL} > \text{PL} > \text{L} > \text{NP} > \text{T}$ ($p < 0,0001$) pero esas diferencias no se manifestaron en la producción de biomasa entre tratamientos.

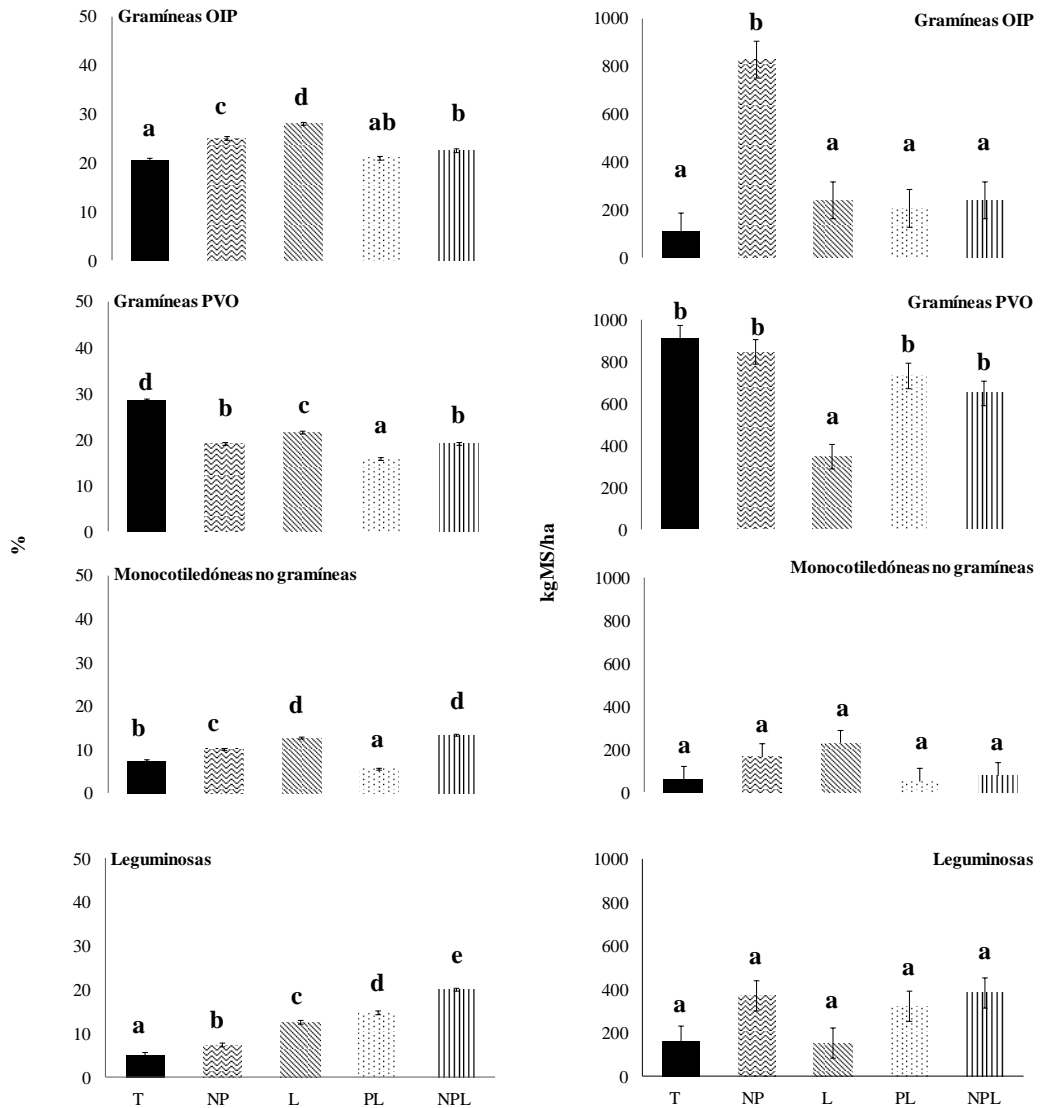


Figura 7: Cobertura (%) y biomasa (kgMS.ha⁻¹) de las gramíneas OIP, PVO, monocotiledóneas no gramíneas y de leguminosas según los tratamientos empleados, incluyendo las dos fechas. Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).

Cobertura y biomasa de latifoliadas

La cobertura de latifoliadas fue menor en diciembre que en abril (p<0,0001) y la biomasa no presentó diferencias significativas entre las fechas de corte (Figura 8). La cobertura de latifoliadas aumentó s con el agregado de semillas y fertilizantes y el T fue menor que el resto de los tratamientos (p<0,0001) y no se encontró diferencias de biomasa entre tratamientos (Figura 9 y Tabla 2).

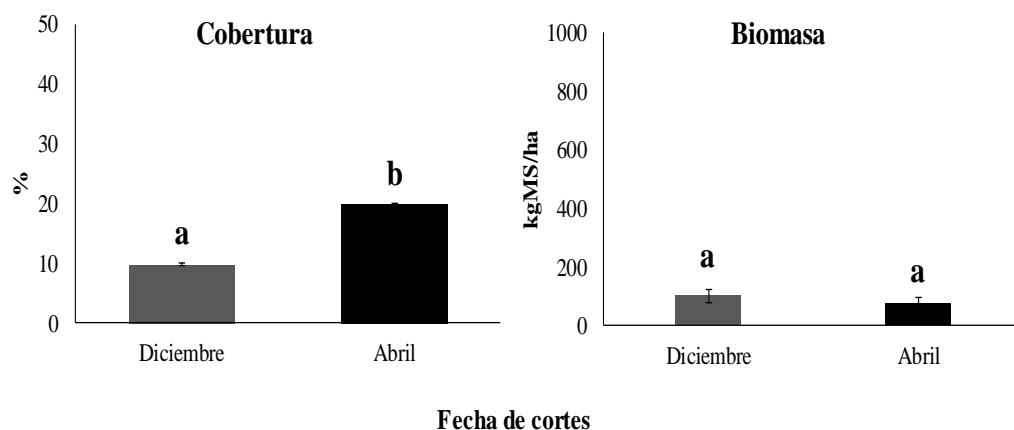


Figura 8: Cobertura expresada en porcentaje (%) y biomasa expresada en kgMS.ha⁻¹ de latifoliadas según la fecha de corte. Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).

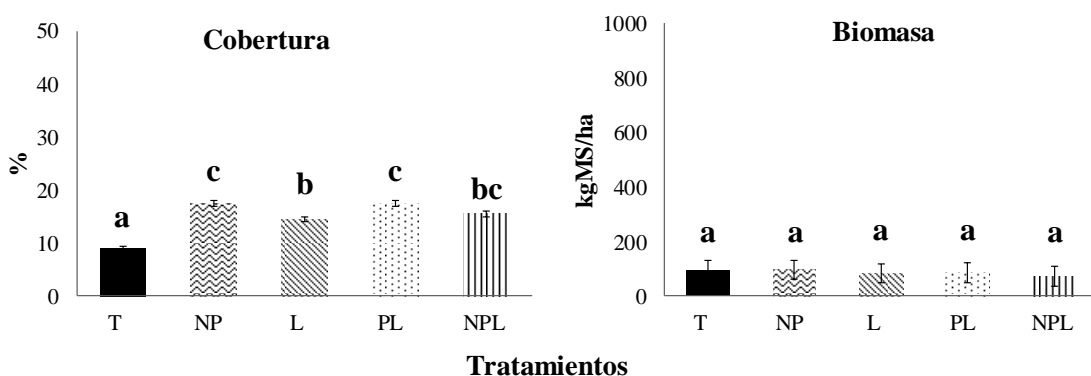


Figura 9: Cobertura expresada en porcentaje (%) y biomasa expresada en kgMS.ha⁻¹ de latifoliadas según los tratamientos empleados, incluyendo las dos fechas. Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).

Suelo desnudo y broza

El porcentaje de suelo desnudo fue mayor en diciembre con respecto a abril y el porcentaje de broza presentó un patrón inverso de manera significativa (p<0,0001). El porcentaje de suelo desnudo en T y PL fue mayor que el resto de los tratamientos. El tratamiento NP fue intermedio y mayor que con L y NPL y no se encontró diferencias significativas entre estos dos tratamientos (p<0,0001). El porcentaje de broza con NP fue mayor que el resto de los tratamientos; con L y NPL se registró un porcentaje de broza intermedia y los menores con PL y T (p<0,0001) (Figura 10 y Tabla 2).

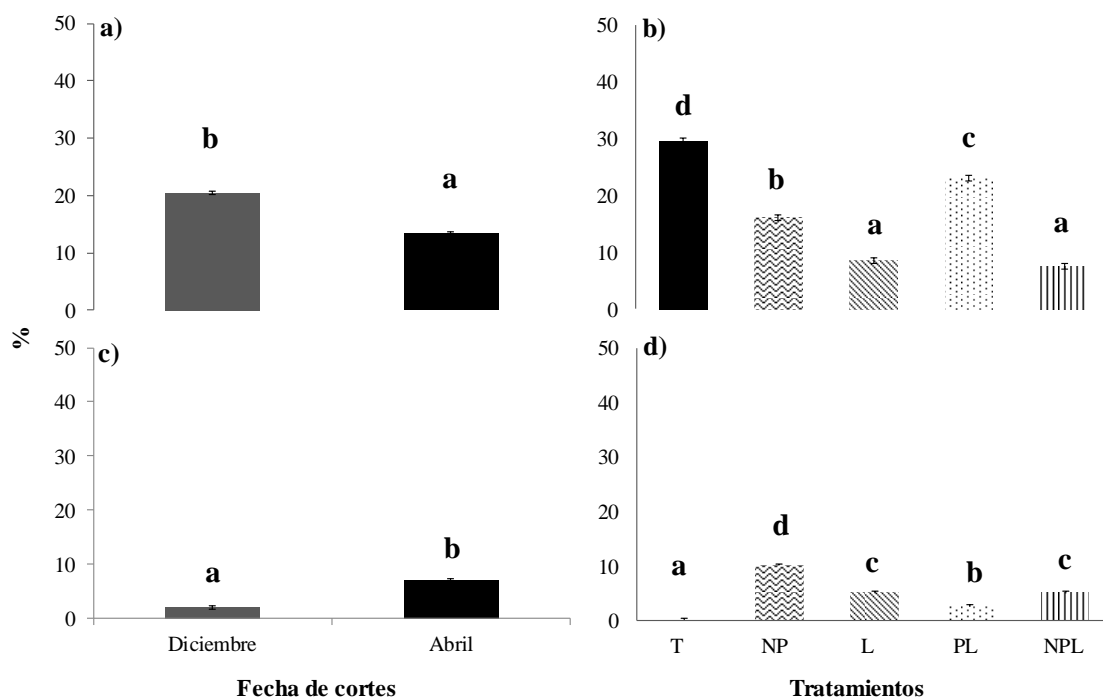


Figura 10: a y b) Suelo desnudo expresado en porcentaje según la fecha de corte y los tratamientos utilizados respectivamente. c y d) Broza expresada en porcentaje según la fecha de corte y los tratamientos utilizados respectivamente (incluyendo las dos fechas). Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Índice de diversidad y riqueza florística

El índice de diversidad de Shannon-Weaver (H) fue mayor en diciembre con relación al mes de abril ($p < 0,0001$) y los tratamientos con NPL, NP y L fueron mayores con relación al resto de los tratamientos. Los tratamientos NPL, NP y L no presentaron diferencias significativas y fueron mayores que T y PL. Los tratamientos T y PL no presentaron diferencias (Figura 11). Los tratamientos NP, L y NPL registraron una riqueza florística mayor que T y PL y no se encontraron diferencias entre estos tratamientos ($p < 0,0001$). (Figura 12). En Anexo 1 se adjunta la tabla con las especies relevadas.

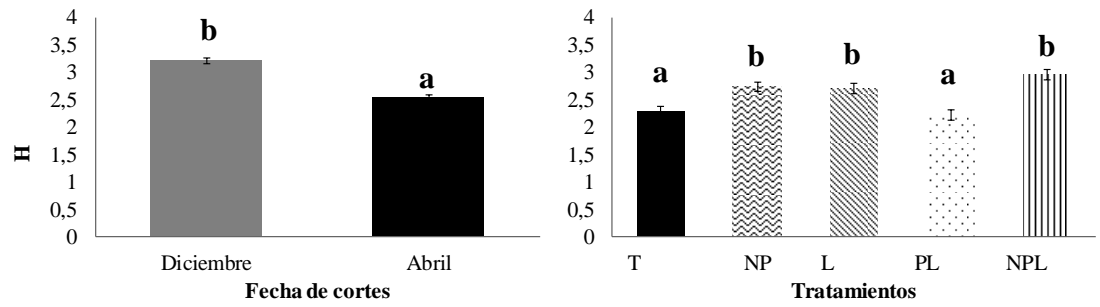


Figura 11: Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H) según la fecha de cortes y los tratamientos empleados (incluyendo las dos fechas). Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

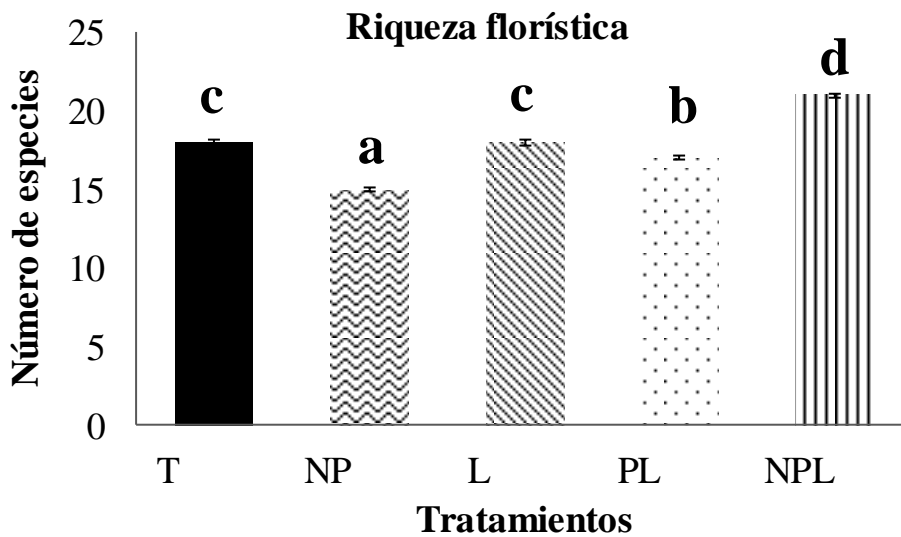


Figura 12: Riqueza florística en función de los tratamientos utilizados, incluyendo las dos fechas. Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 2: Resumen de las variables que presentaron diferencias significativas en cobertura y biomasa: grupo de valor forrajero (GVF), gramíneas otoño invierno primaverales (GOIP), gramíneas primavera-verano-otoño (GOIP), monocotiledóneas no gramíneas (Monoc), leguminosas (Leg), latifoliadas, suelo desnudo (SD) y broza (B).

Con herbicida	NP	L	PL	NPL
Cobertura	++ GOIP -- GPVO + Monoc + Leg ++Latifoliadas --SD +++ B	+++ GVF +++ GOIP - GPVO ++ Monoc ++ Leg + Latifoliadas - SD ++B	- GVF --- GPVO - Monoc +++ Leg ++ Latifoliadas --- SD + B	+++ GVF + GOIP -- GPVO ++ Monoc ++++Leg ++ Latifoliadas - SD ++ B
Biomasa	+++ GVF +++ GOIP	--GPVO		

3.2. Experimentación sin herbicida

Cobertura y biomasa del grupo de especies de valor forrajero

La cobertura del grupo de especies de valor forrajero fue mayor en diciembre comparada con abril y la biomasa no presentó diferencias significativas entre las fechas de cortes (Figura 13; $p=0,0001$ y $p= 0,9016$ respectivamente). La cobertura y biomasa de gramíneas OIP y monocotiledóneas no gramíneas presentaron un patrón estacional siendo mayor en diciembre que abril ($p<0,0001$). La cobertura en las gramíneas PVO y leguminosas presentó un patrón opuesto debido a que fue mayor en abril con relación al mes de diciembre ($p<0,0001$ y $p= 0,0002$ respectivamente). La biomasa de PVO presentó el mismo patrón y en leguminosas no se registró diferencias significativas entre cortes ($p=0,7560$). Los resultados se observan en la Figura 13.

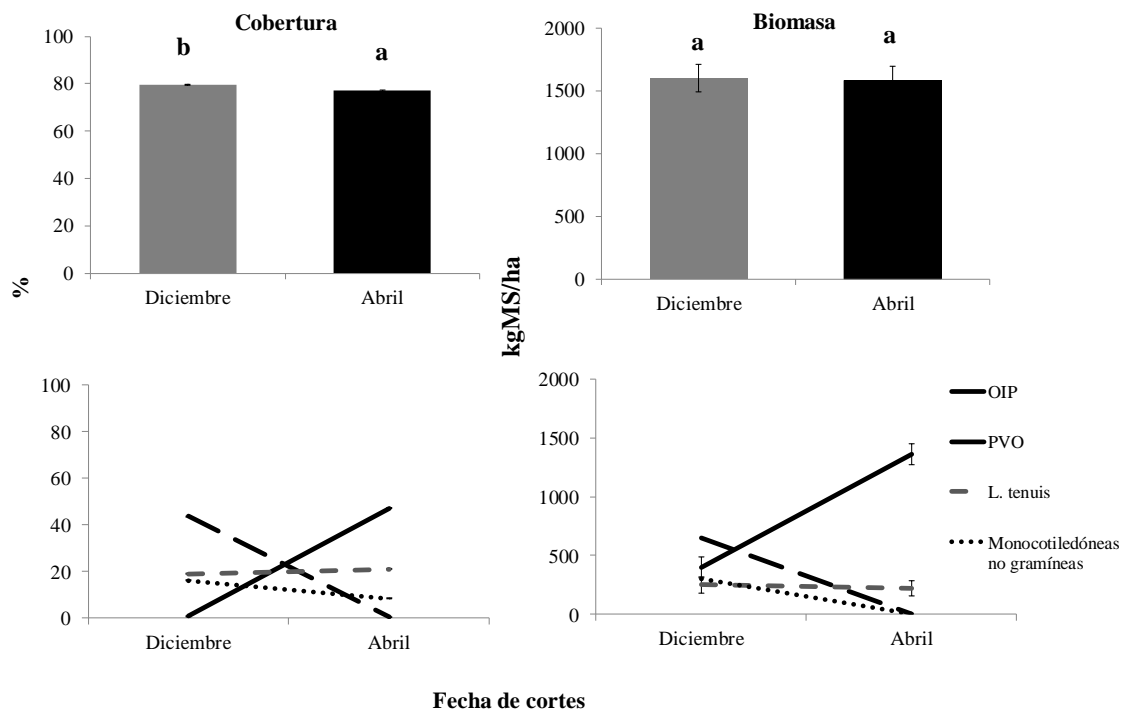


Figura 13: Cobertura de especies de valor forrajero expresado en porcentaje (%), biomasa de especies de valor forrajero expresada en $\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$, cobertura de gramíneas OIP, PVO, monocotiledóneas no gramíneas y leguminosas evaluadas en los cortes de diciembre y abril sin herbicida. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

La cobertura del grupo de especies de mayor valor forrajero fue mayor con L y PL, intermedia con NP y NPL y menor en T ($p < 0,0001$). La producción de biomasa de especies de valor forrajero fue mayor con NP y NPL, intermedia con PL y T, y menor con L (Figura 14 y tabla 3).

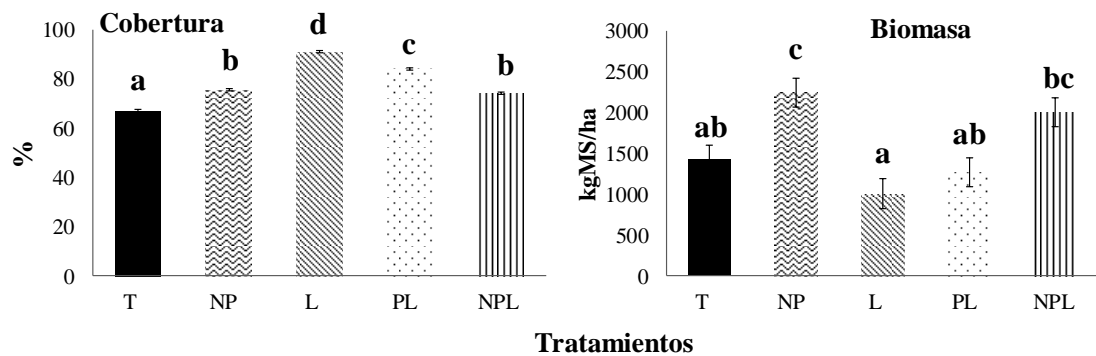


Figura 14: Cobertura expresada en porcentaje (%) y biomasa expresada en kgMS.ha⁻¹ de especies de valor forrajero según los tratamientos utilizados, incluyendo las dos fechas. Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cobertura y biomasa de gramíneas OIP, PVO, monocotiledóneas no gramíneas y leguminosas

La cobertura de gramíneas OIP fue mayor en L que el resto de los tratamientos, NP y PL fue intermedio y en NPL fue menor que T ($p < 0,0001$), la biomasa en NP y NPL fue mayor que los otros tratamientos (Figura 15 y tabla 3). La cobertura de gramíneas PVO en el T fue mayor que en el resto de los tratamientos. En PL y NP no se registraron diferencias significativas y fueron mayores que L y NPL. La cobertura en L fue mayor que NPL ($p < 0,0001$). La biomasa de PVO fue mayor con NP que con L y el resto de los tratamientos se comportaron con valores intermedios. La cobertura de monocotiledóneas no gramíneas fue mayor con L en comparación con el resto de los tratamientos. Los tratamientos NP, NPL y T se comportaron con valores intermedios y la menor fue con PL ($p < 0,0001$). No se registraron diferencias significativas en la biomasa de monocotiledóneas no gramíneas entre tratamientos. La cobertura de leguminosas fue sin diferencias en NPL y PL y fueron mayores que L, NP y T. El tratamiento L fue mayor que NP y T y la cobertura de NP fue mayor que T ($p < 0,0001$). No se registraron diferencias significativas en la biomasa de leguminosas entre tratamientos.

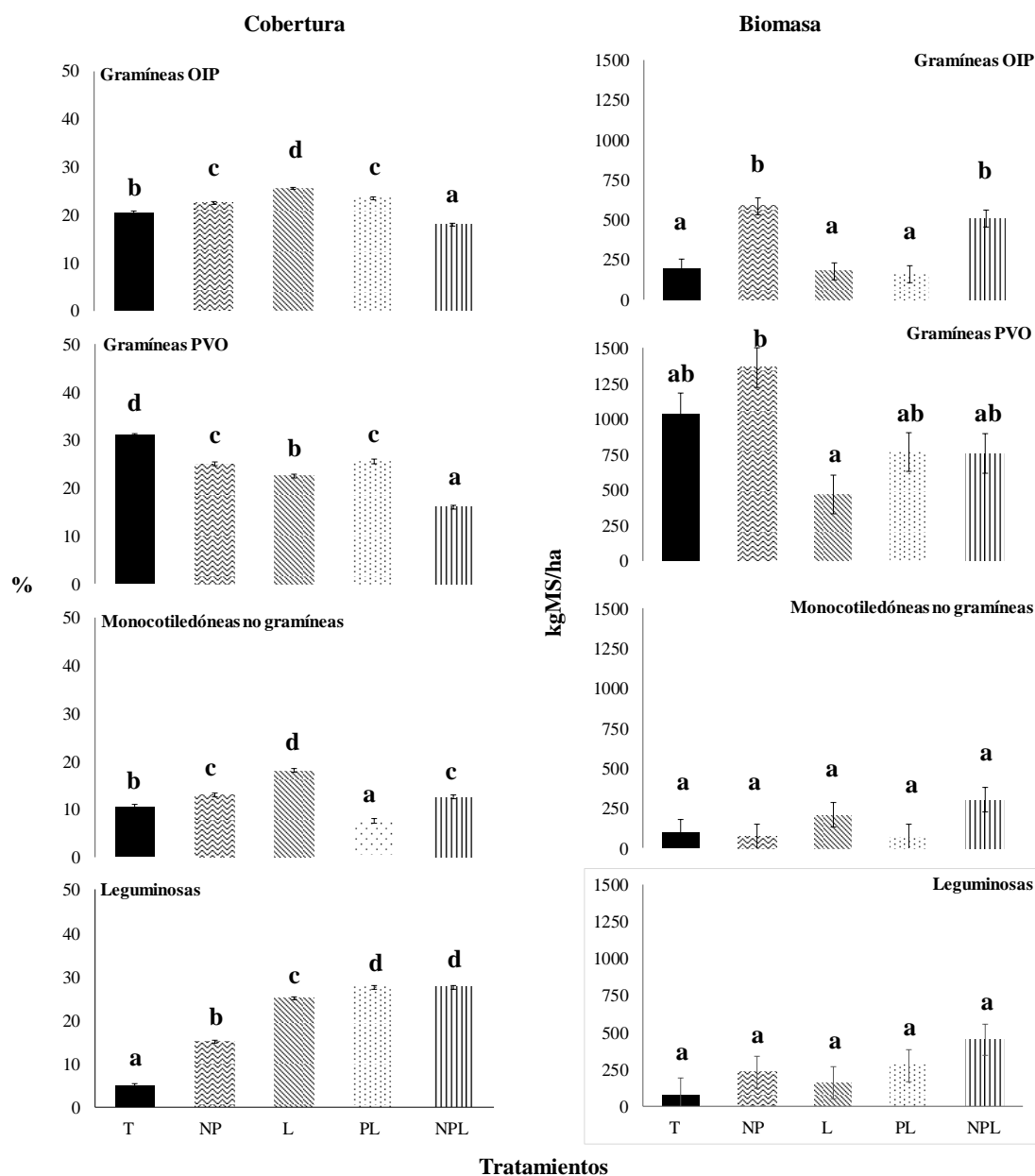


Figura 15: Cobertura expresada en porcentaje (%) y biomasa expresada en $\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ de las gramíneas OPI, PVO, monocotiledóneas no gramíneas y de leguminosas según los tratamientos empleados, incluyendo las dos fechas. Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cobertura y biomasa de latifoliadas

La cobertura y biomasa de latifoliadas fue mayor en diciembre en comparación con abril (Figura 16. $p < 0,0001$ y $p = 0,0098$). La cobertura de latifoliadas en NPL fue mayor en comparación a los otros tratamientos. No se registraron diferencias en T y PL y estos fueron mayores que NP y L. la cobertura fue mayor en NP en comparación a L

($p < 0,0001$). No se registraron diferencias significativas en la biomasa de latifoliadas en función a los tratamientos (Figura 17).

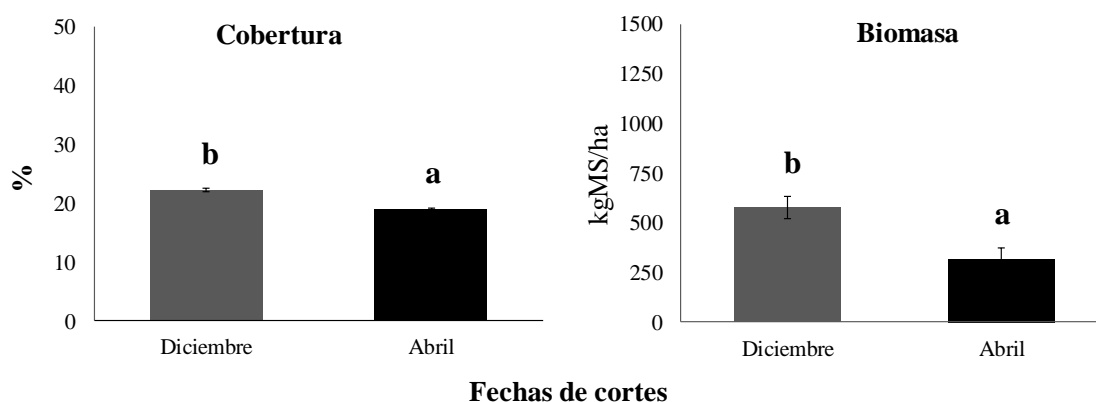


Figura 16: Cobertura expresada en porcentaje (%) y biomasa expresada en $\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ de latifoliadas según la fecha de corte. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

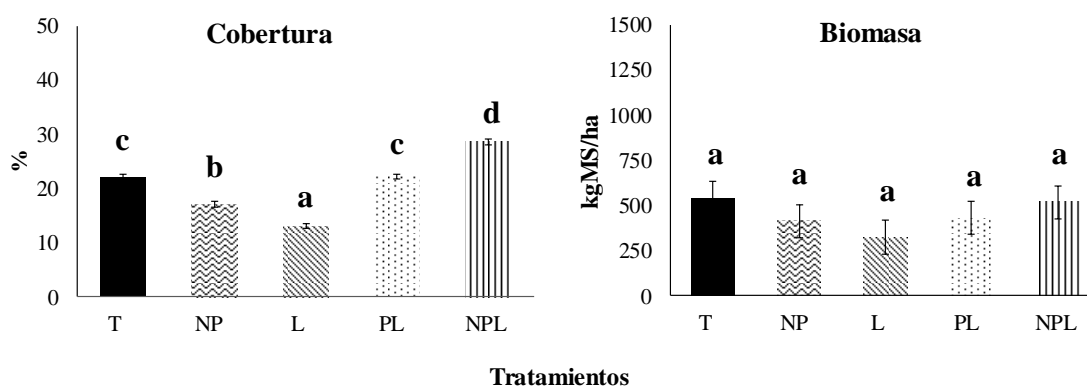


Figura 17: Cobertura expresada en porcentaje (%) y biomasa expresada en $\text{kgMS}\cdot\text{ha}^{-1}$ de latifoliadas según los tratamientos empleados, incluyendo las dos fechas. Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Suelo desnudo y broza

El porcentaje de suelo desnudo en los tratamientos sin herbicida fueron muy bajos tanto en diciembre como en abril (0% vs 1% respectivamente) ($p < 0,0001$) y el tratamiento T fue mayor comparado con el resto de los tratamientos (2,5% vs 0%) ($p < 0,0001$). El porcentaje de broza aumentó en abril en comparación a diciembre ($p < 0,0001$) y principalmente en las parcelas con NP. Con el agregado de L y NPL se registraron valores intermedios y mayores que PL y T ($p < 0,0001$) (Figura 18).

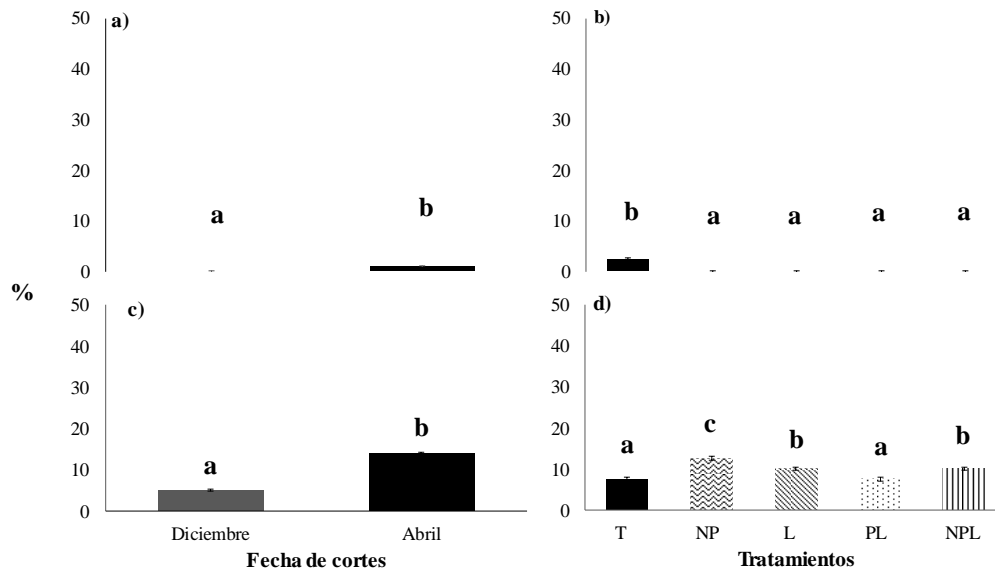


Figura 18: a y b) Suelo desnudo expresado en porcentaje según la fecha de corte y los tratamientos utilizados respectivamente. c y d) Broza expresada en porcentaje según la fecha de corte y los tratamientos utilizados respectivamente (en este último se incluyen las dos fechas). Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Índice de diversidad y riqueza florística

El índice de diversidad de Shannon-Weaver (H) en diciembre fue mayor que abril ($p < 0,0001$). El tratamiento NPL fue mayor que T y con PL, NP y L se registraron valores intermedios (Figura 19). El T registró una mayor riqueza florística comparada al resto de los tratamientos, L fue mayor que NP, PL y NPL, no se encontraron diferencias entre PL y NPL y ambos fueron mayores que NP ($p < 0,0001$) (Figura 20). En Anexo 1 se adjunta la tabla con las especies relevadas.

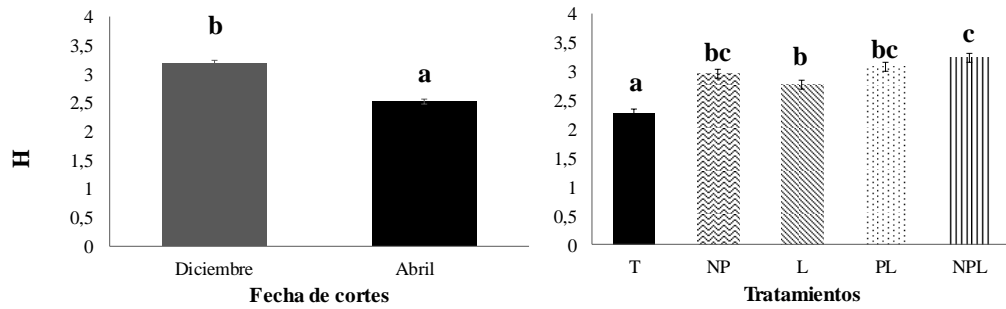


Figura 19: Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H) según la fecha de cortes y los tratamientos empleados (incluyendo las dos fechas). Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

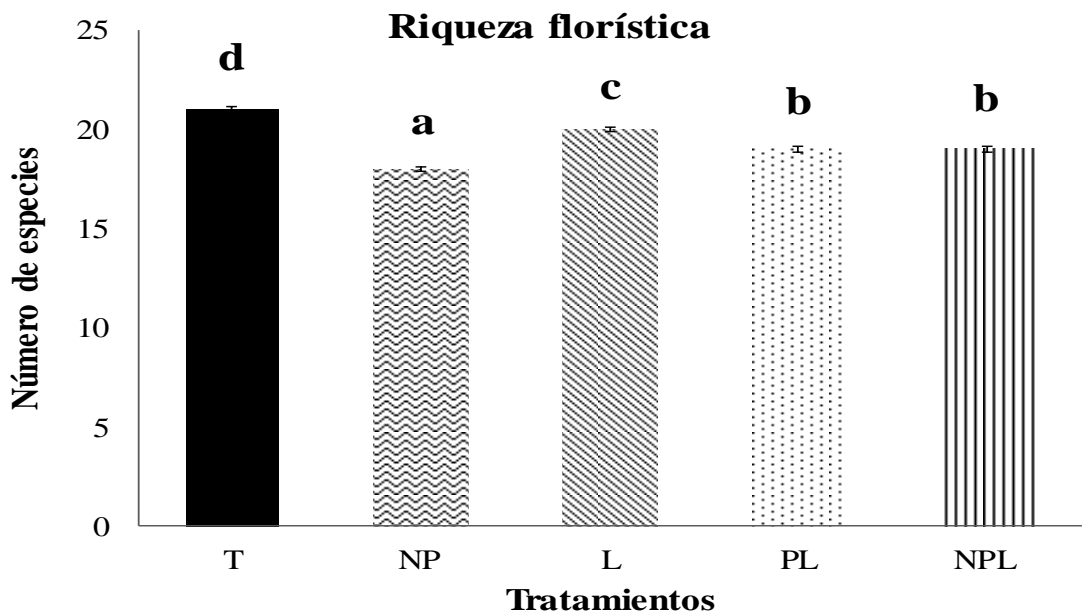


Figura 20: Riqueza florística en función de los tratamientos utilizados, incluyendo las dos fechas. Sin nitrógeno sin fósforo y sin *Lotus tenuis* (T); agregado de *L. tenuis* (L); agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL); agregado de nitrógeno, fósforo y *L. tenuis* (NPL) y agregado de nitrógeno y fósforo (NP). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 3: Resumen de las variables que presentaron diferencias significativas en cobertura y biomasa: grupo de valor forrajero (GVF), gramíneas otoño invierno primaverales (GOIP), gramíneas primavera-verano-otoño (GOIP), monocotiledóneas no gramíneas (Monoc), leguminosas (Leg), latifoliadas, suelo desnudo (SD) y broza (B).

Sin herbicida	NP	L	PL	NPL
Cobertura	+ GVF + OIP -GPVO + Monoc + Leg -Latifoliadas -SD ++B	+++ GVF ++OIP -- GPVO ++ Monoc ++ Leg --Latifoliadas - SD +B	++ GVF + OIP -GPVO - Monoc +++ Leg -SD	+ GVF - OIP -- -GPVO +Monoc +++Leg ++ Latifoliadas - SD ++ B
Biomasa	+ GVF + GOIP			+ GOIP

4. DISCUSIÓN

Las zonas de pastizales están cambiando el uso de la tierra o se están degradando (FAO 2009) y los pastizales de la Pampa y del Cono Sur no escapan a esta realidad y son los de mayor vulnerabilidad del mundo a los cambios mencionados (Latterra y Rivas 2005). Casal (2015) expresa que los pastizales estudiados en su tesis en el partido de Ayacucho se encuentran en un proceso degradativo similar. Este trabajo evalúa las estrategias de recuperación en praderas de hidrófitas en sucesión secundaria por reemplazo de la vegetación por la implantación de pastura con posterior historia de sobrepastoreo, sequía e inundación.

En diversos trabajos se han evaluado el efecto de la aplicación de herbicidas, agregado de semillas y/o fertilizantes en pastizales de la Depresión del Salado. Los estudios se han enfocado principalmente en la pradera húmeda de mesófitas y estepa de halófitas y son pocas las experiencias de trabajos en ese sentido en la comunidad de la pradera de hidrófitas. En el presente trabajo, si bien no son comparaciones estadísticas, la parcela sin herbicida mostró tendencias en diversas de las variables analizadas. El porcentaje de suelo desnudo fue más bajo con relación a la parcela con herbicida en diciembre (0 vs 20,4%) y en abril (1 vs 13,4%) y la cobertura con broza fue más alta que con herbicida tanto en diciembre (5 vs 2%) como en abril (14 vs 7%). La cobertura vegetal de especies de valor

forrajero en la parcela sin herbicida fue un 25% mayor que en la con herbicida (77 vs 61,6%).

La cobertura y biomasa de las gramíneas invernales y estivales presentó un claro patrón estacional en ambas parcelas. Las gramíneas de crecimiento otoño-invierno-primavera (OIP) mostraron máximos de acumulación en diciembre y mínimos en abril mientras que las gramíneas de crecimiento primavera-verano-otoño (PVO) presentaron un patrón inverso. Iguales resultados fueron registrados por Casal (2015) en la comunidad de pradera húmeda de mesófitas ubicada en la localidad de Ayacucho.

El agregado de nitrógeno y fósforo generó aumentos significativos en la biomasa del grupo de especies de valor forrajero en las parcelas con y sin herbicida. En ambas parcelas al agregar ambos nutrientes generó un aumento significativamente la biomasa de gramíneas OIP, en especial *Lolium multiflorum*. Similares resultados se encontraron en un pastizal de la media loma en Chascomús y Vieytes (Fernández Greco y Agnusdei, 2005 y Oyhamburu et al 2000) en el que el agregado de fertilizante aumentó la producción de especies invernales anuales en comparación a la respuesta de las especies invernales perennes.

La biomasa de las gramíneas PVO no aumentó significativamente con respecto al tratamiento testigo cuando se agregó nitrógeno y fósforo en la parcela con herbicidas. Estos resultados son consistentes con los de otro experimento local donde la aplicación de herbicida y fosfato diamónico, en una pradera de hidrófitas, no observaron aumentos en la producción de la biomasa estival en comparación al tratamiento testigo (4504 vs 4682 kgMS.ha⁻¹ respectivamente) (Otondo y Pérez, 2007).

El agregado de *L. tenuis* aumentó significativamente la cobertura de leguminosas (de tres a treinta veces) en comparación con el testigo y el agregado de fósforo y fósforo con nitrógeno generó un aumento significativo de la cobertura en comparación al tratamiento agregado de semillas de *L. tenuis* tanto en las parcelas con y sin herbicidas. Estos resultados difieren a los encontrados por Ciavattini (2017) en un suelo Natracuol típico en el cual el agregado de nutrientes, cuando no se pastoreaba el recurso forrajero, no generó efectos significativos en la abundancia de leguminosas. En el mismo sentido, Tognetti y colaboradores (2019) evaluaron el efecto aditivo y sinérgico de la adición de nutrientes sobre la cobertura de leguminosas, la riqueza y la biomasa en los pastizales, en todo el mundo. Como resultado encontraron que la adición de P aumentó significativamente la cobertura de leguminosas (34%) y la combinación de N+P generó

una reducción neta de la cobertura de leguminosas (22%), lo que indica que el N combinado con P dio como resultado una cubierta negativamente subaditiva de los fijadores de N. Estos resultados difieren a los registrados en la etapa inicial de la experimentación, tal vez por un periodo corto de medición o por la adición de una única vez de los nutrientes evaluados.

Los distintos tratamientos empleados, en ambas parcelas, generaron una reducción de la cobertura de las gramíneas PVO, especialmente de *Setaria geniculata* que es la gramínea que mayor aporte a la cobertura generó en este grupo. La reducción en la cobertura de las PVO en particular de la *S. geniculata* se dio conjuntamente con el aumento de la cobertura de las gramíneas OIP y leguminosas, que posiblemente afectó su germinación (requiere alternancia de temperatura y luz (Mollard and Insausti 2011)) o el vigor por la competencia generada (datos no medidos). En este sentido pareciera que, en esta comunidad en sucesión, las gramíneas PVO no limitaron la emergencia de *Lotus tenuis* como si lo registró Longo (2013) en la pradera húmeda de mesófitas.

El agregado de *L. tenuis* no mejoró la producción de biomasa del grupo de especies de mayor valor forrajero y no se registró efecto positivo sobre las gramíneas en las parcelas con y sin herbicida. Iguales resultados fueron obtenidos por Casal (2015) en un pastizal de media loma. Los tratamientos con agregado de fósforo y *L. tenuis* (PL) y agregado de fósforo con nitrógeno y *L. tenuis* (NPL) no registraron aumentos de la biomasa del grupo de especies de mayor valor forrajero comparado al testigo (T) en ambas parcelas experimentales.

La cobertura de latifoliadas donde se aplicó herbicida mostró un aumento significativo en abril en comparación a diciembre, caso contrario ocurrió en la parcela sin herbicidas donde disminuyó significativamente. Hay evidencias que el alto porcentaje de suelo desnudo favorece la invasión de especies exóticas, dicotiledóneas no leguminosas, cuando se aplican herbicidas en pastizales (Adkins et al. 2013). Probablemente el aumento de suelo desnudo en las parcelas con herbicidas y la falta de otras especies de valor forrajero que puedan utilizar los recursos vacantes luego de la aplicación, favorecieron el aumento de la cobertura de las latifoliadas (ANEXO I).

La diversidad florística varió en función de la fecha de evaluación, fue significativamente mayor en diciembre que en abril en ambas parcelas experimentales como fue registrado en praderas húmedas de mesófitas de la región (Casal 2015). Además, el índice de diversidad aumentó cuando se agregó semillas de *L. tenuis*, fósforo

y fósforo con nitrógeno con respecto al testigo en la parcela sin y con herbicida. Estos valores evaluados en el presente trabajo son coincidentes a los registrados por Jacobo (2003) en pradera de hidrófitas, en pastoreo, tanto en la estación invernal como estival.

La riqueza florística promedio en la parcela sin herbicida fue de 19,4 especies y con herbicida de 17,8. La proporción porcentual en ambos casos fue de un 69-65 % de riqueza de especies de valor forrajero y un 31-35% de especies dicotiledóneas no leguminosas respectivamente sin y con herbicida. En este sentido Rusch y Oesterheld (1997) expresan que la degradación de los pastizales en muchos casos no significa necesariamente una pérdida de la riqueza total de las especies nativas sino un aumento de la dominancia de las especies consideradas malezas en detrimento de las gramíneas forrajeras. En este trabajo la combinación de la aplicación de herbicida con el agregado de nutrientes y *L. tenuis* alcanzo el mayor número de especies, pero el 50% de esas especies fueron latifoliadas.

Sin embargo, la riqueza florística se vio reducida cuando se agregó fósforo + nitrógeno o fósforo + *L. tenuis* en la parcela sin herbicida. Similares resultados se encontraron en numerosas investigaciones que han evaluado el efecto del agregado de nutrientes en distintos pastizales del mundo. Seablom y colaboradores (2015) expresan que las especies exóticas tienen seis veces más probabilidades de dominar las comunidades que las especies nativas y que la adición de nutrientes aumenta la cobertura y la riqueza de especies exóticas y disminuyen la diversidad y la cobertura de nativas. En este sentido, encontraron que los efectos negativos de los nutrientes en la diversidad fueron más fuertes con la adición de N que con cualquier otro nutriente. La fertilización con N redujo la riqueza de las plantas en un 20% en relación con relación a los niveles de pretratamiento (Yahdjian et al. 2019). Una de las posibles causas las expresa Harpole y colaboradores (2016) al decir que la dimensionalidad de nicho proporciona una explicación teórica general de la biodiversidad: más nichos, definidos por factores más limitantes permiten más formas en que las especies pueden coexistir. Debido a que las especies de plantas compiten por el mismo conjunto de recursos limitantes, la teoría predice que la adición de un recurso limitante elimina posibles compensaciones, reduciendo el número de especies que pueden coexistir y como resultado genera una reducción en el número de especies.

Propuesta agronómica de manejo

La siguiente propuesta de utilización de la comunidad tiene como fin generar una integración de contenidos y se basa en la articulación de los distintos temas impartidos a lo largo de la especialización, en la interpretación de los resultados obtenidos a corto plazo en esta experimentación y de la consulta de otras experiencias en la utilización de pastizales.

A partir de la interpretación de resultados a corto plazo obtenidos en esta tesis, se observa que la magnitud alcanzada en la respuesta en producción de biomasa en los distintos tratamientos empleados no genera el aumento necesario para cubrir los costos para su implementación. A su vez, los cambios en la composición florística, cobertura y riqueza parecieran no justificar el empleo de la interseembra con *L. tenuis*, agregados de nutrientes o la aplicación de herbicidas para reducir los tiempos de recuperación en esta comunidad en transición secundaria.

Es por ello que se propone implementar un pastoreo controlado que permita lograr un sistema radical saludable, basado en las necesidades y modelos de crecimiento de las especies de valor forrajero, tendiente a brindar la oportunidad para la recuperación (luego de cada pastoreo) de las especies forrajeras consideradas como clave (Colorado GLCI. Technical Note, 2003), planificando el momento oportuno de pastoreo, tiempo de permanencia, intensidad de pastoreo y frecuencias de manera estratégica. En este sentido, Jacobo (2003) registró que el pastoreo controlado en la pradera de hidrófitas promovió a los pastos palustres en años húmedos y a las leguminosas en años secos en comparación al pastoreo continuo. Asimismo, Vecchio et al. 2019, en la comunidad estepa de halófitas observó un aumento de cobertura de especies forrajeras de verano e invierno y de broza cuando se implementó pastoreo rotativo en comparación al continuo.

El manejo del pastoreo debe estar anclado en la observación, toma de datos, análisis, interpretación y control, con el mismo se buscará favorecer el establecimiento y la vigorización de las especies PVO perennes, generación de broza, reducción de porcentaje de suelo desnudo, generar un ambiente menos propicio para la germinación y establecimiento de especies latifoliadas otoño-invernales y asegurar la semillazón de las especies forrajeras PVO. A fines de mayo se realizará un pastoreo controlado, con alta carga animal instantánea para reducir la selección de los animales y de poco tiempo de permanencia para remover el material muerto. A mediados de septiembre se realizará un nuevo pastoreo para reducir la competencia de especies anuales invernales y favorecer la

llegada de luz a la base de los macollos de las especies PVO y promover la germinación de especies PVO y leguminosas. El pastoreo siguiente se planificará cuando se observe que se inicia la muerte de hojas de las especies de valor forrajero con mayor aporte de cobertura alcanzando así un adecuado índice de área foliar, favoreciendo la intercepción de luz y transformación en biomasa forrajera. La intensidad de pastoreo será dejando área foliar remanente de 10 o más centímetros de altura para favorecer el rebrote de las distintas especies.

Por último, es necesario destacar que se debe evaluar a campo el posible efecto a lograr con el pastoreo ya que la estructura de la comunidad es variable en función de las precipitaciones y en determinados años con condiciones climáticas particulares (por ejemplo, sequías) los descansos pueden ser mayores (Jacobo, 2003). Con el esquema anteriormente descrito es posible imaginarse que se puede lograr un espiral virtuoso, mejorando la cobertura de especies de valor forrajero y el flujo de energía en el sistema, el ciclado de nutrientes y la dinámica del agua.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Conocer la estructura, funcionamiento y los servicios ecosistémicos de los pastizales natural es el punto de partida para su conservación en distintas zonas del país. Lamentablemente, por diversas razones se han buscado distintas alternativas en su modificación y/o reemplazo. Esta tesis pretendió evaluar la aplicación de distintas tecnologías de insumos que son comunes de encontrar en el sector ganadero y evaluarlas como posible estrategia de recuperación en una pradera de hidrófitas que en primera instancia fue reemplazada por una pastura con especies no adaptadas al ambiente y luego por inundación y sobrepastoreo generó la pérdida de las especies implantadas.

En las dos alternativas implementadas (con y sin herbicida) junto a los distintos tratamientos (incorporación de fertilizantes y semillas) se observó que la magnitud de las respuestas obtenidas pareciera ser poco suficiente por el costo económico y ambiental que generan.

Una de las reflexiones que surge de los resultados, que son de corto plazo y sin pastoreo, es la necesidad de pensar, implementar y evaluar tecnologías de procesos que permitan una mejoría en la estructura y funcionamiento de los bajos dulces en sucesión secundaria. Estos tipos de tecnologías en la mayoría de los casos no implican costos económicos para los sistemas de producción. A su vez, hay que seguir generando

conocimiento en esta comunidad vegetal ya que la introducción de especies exóticas puede no ser una práctica recomendable para implementar, por sus posibles efectos en la modificación de la estructura del pastizal.

BIBLIOGRAFÍA

- Adkins J. y Barnes, T. 2013. Herbicide treatment and timing for controlling Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis*) and Tall Fescue (*Festuca arundinacea*) in cool season grasslands of Central Kentucky, USA. *Natural Areas Journal*, 33: 31-38.
- Ayala Torales A.T., Deregibus V.A. y Moauro P.R. 1998. Phosphorus absorption capacity of *Lotus corniculatus* and *Festuca arundinacea* Turing sward establishment. *New Zeland Journal of Agricultural Research*, 41: 307-312.
- Ayala Torales A.T., Deregibus V.A. y Moauro P.R. 2000. Differential response of forage legumes to phosphorus application. *New Zeland Journal of Agricultural Research*, 43: 473-480.
- Batista W.B.; Taboada, M.A.; Lavado, R.S.; Perelman, S.B. y León, R.J.C. 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. En M. Oosterheld, M. Aguilar, C. Ghera y J. Paruelo eds. *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 472 pp.
- Braun-Blanquet, J. 1950. *Sociología vegetal*. ACME Agency. Buenos Aires. 444 pp.
- Burkart S.E.; León, R.J.C. y Movia, C.P. 1990. Inventario fitosociológico del pastizal de la Depresión del Salado (prov. Bs. As.). *Darwiniana*, T. 30, No. 1/4 (1990), pp. 27-69.
- Casal A.V. 2015. Alternativas para aumentar la producción de forraje en pastizales naturales de la Pampa Deprimida. M. Sc. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina. 76 pp.
- Cahupé M.A. 2004. Does *Lotus glaber* improve beef production at the Flooding Pampas? *Lotus Newsletter* 34: 30-35.
- Chaneton E., Perelman S., Omacini M. y León R.J.C. 2002. Grazing environmental heterogeneity, and alien plant invasions in temperate grasslands. *Biological Invasions*, 4: 7-24.
- Ciavattini M.B. 2017. Controles y dinámica de la abundancia de leguminosas en pastizales de la Pampa Deprimida. Tesis de grado de la Licenciada en Ciencias Ambientales. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina. 40 pp.
- Colabelli M. y Viviani Rossi, E.M. 1997. Efecto de dos métodos de intersembrado de *Lotus tenuis* sobre su implantación y sobre la producción de forraje de pastizales en áreas ganaderas del salado (Argentina). *Avance en Prod. Anim.* 22: 123-128.
- Colorado GLCI. Technical Note 2 Colorado Grazing Lands Conservation Initiative. Prescribed Grazing. 2003.
https://www.weldgov.com/UserFiles/Servers/Server_6/File/Departments/Public%20Works/Weed%20Management/Controlling%20Weeds/Grazing%20to%20Control%20Weeds/prescribed_grazing.pdf. Último acceso marzo de 2020.
- Deregibus V.A., Jacobo, J.E y Rodríguez, A.M. 1995. Improvement in rangeland condition of the Flooding Pampa of Argentina through controlled grazing. *African Journal of Range and Forage Science* 12:92-96.
- Facelli J.M. 1988. Response to grazing after nine years of cattle exclusion in a Flooding Pampa grassland, Argentina. *Vegetation*, 78: 21-25.
- FAO. 2009. El ganado y el medio ambiente. pp. 59-84 en: *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Parte I. La ganadería, a examen*. Publicación anual de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2009. Departamento Económico y Social. <http://www.fao.org/3/i0680s/i0680s.pdf>. Último acceso 1 de octubre de 2019.

- Fernández O.N.; Vignolio, O.R. y Cambareri, G.S. 2012. La importancia de las leguminosas en los sistemas pastoriles. *Lotus tenuis*: un recurso forrajero estratégico para la ganadería de la Pampa Deprimida. Cap. 1. Pp 7-8.
- Fernández Grecco R. y Agnusdei M. 2005. Fertilización nitrogenada en pastizales de la Pampa Deprimida: acumulación y calidad del forraje y composición botánica. 3ª Jornada de Actualización Ganadera, Balance.
- García F., Micucci F., Rubio G., Rufo M., y Daverede I. 2002. Fertilización de forrajes en la región pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdeos. Pp 17-31.
- GeoINTA. visor.geointa.inta.gob.ar. Último acceso septiembre 2018.
- Harpole, W., Sullivan, L., Lind, E. y col. La adición de múltiples recursos limitantes reduce la diversidad de los pastizales. *Nature* 537, 93–96 (2016). <https://doi.org/10.1038/nature19324>.
- Hidalgo L. y Cahuepé, 1991. Producción de forraje en las comunidades de la Depresión del Salado. *Revista AACREA*. 149: 58-62.
- Hidalgo L.G. y Rimoldi, P.O. 1992. *Lotus tenuis* en pastizales templados sub-húmedos: su efecto en el valor nutritivo de la vegetación. II Congreso Latinoamericano de Ecología. I Congreso de Ecología do Brasil. Coxambú, Mina Gerais, Brasil, diciembre 6-11.
- Jacobo E.J. 2003. Cambios en la vegetación y el suelo asociado al método de pastoreo en los pastizales de la Pampa Deprimida. M. Sc. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina. 95 pp.
- Jacobo E.J., Rodriguez A.M., Bartoloni N. y Deregibus V.A. 2006. Rotational grazing effects on rangeland vegetation at a faro scale. *Rangeland Ecology and Management*, 59: 249-257.
- Kandus, P.; Quintana, R.; Minotti, J. y Oddi, J. y col. 2011. Ecosistemas de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios. En Laterra P.; Jobbagy. E.G. y Paruelo, J.M. eds. Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el reordenamiento territorial. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina. 740 pp.
- Laterra P. 1997. Post-burn recovery in the flooding Pampa: Impact of an invasive legume. *J. Range Manage.* 50:274-277.
- Laterra P. y Rivas M. 2005. Bases y herramientas para la conservación in situ y el manejo integrado de los recursos naturales en los campos y pampas del Cono Sur. *Agrociencia*, 9: 169-178.
- Longo M,G. 2013. Efecto de la composición de grupos funcionales sobre la invasión de especies exóticas y su impacto en pastizales de la Pampa Deprimida. PhD. Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina. 125 pp.
- Mollard F.P.O. y P. Insausti. 2011. Geographic variation in the flood-induced fluctuating temperature requirement for germination in *Setaria parviflora* seeds. *Plant Biology* 13:660-666.
- Némoz J.P.; Giancola, S.I.; Bruno, M.S.; de la Vega, M.B.; Calvo, S.; Di Giano, S. y Rabaglio, M.D. 2013. Causas que afectan la adopción de tecnología en la ganadería bovina para carne de la Cuenca del Salado: enfoque cualitativo. Estudios socioeconómicos de la adopción de tecnología N°5. Buenos Aires: INTA.
- Otondo J. y Pérez, R. 2007. Mejoramiento del pastizal natural. Sitio Argentino de Producción Animal. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturasnaturales/50-pastizalnatural.pdf. Último acceso octubre 2019.

- Oyhamburu M.; Baldo, A. y Silvestrini, M. 2000. Pastizal natural tratado con Glifosato y fertilizado con nitrógeno o fosfato diamónico. 2 Composición florística. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 20 Sup. 1. pp 117-118.
- Pan J., Widner B., Ammerman D. y Drenovsky R. 2010. Plant community and tissue chemistry responses to fertilizer and litter nutrient manipulations in a temperate grassland. *Plant Ecology*, 206: 139-150.
- Pearson C.J. y Ison R.L. 1994. Crecimiento vegetativo. En: *Agronomía de los Sistemas Pastoriles*. Ed. Hemisferio Sur.
- Perelman S.B., León, R.J.C y Oesterheld, M. 2001. Cross-Scale vegetation patterns of Flooding Pampa grasslands. *J. Ecology* 89:562-577.
- Quinos P.M., Insauti P. y Soriano A. 1998. Facilitative effect of *Lotus tenuis* on *Paspalum dilatatum* in a lowland grassland of Argentina. *Oecologia*, 114: 427-431.
- Quintana, R.D., R. Bó y F. Kalesnik. 2002. La vegetación y la fauna de la porción terminal de la cuenca del Plata. Consideraciones ecológicas y biogeográficas. Pp. 99-124 en: Borthagaray, J.M. (ed.). *El Río de la Plata como territorio*. FADU-UBA & Ediciones Infinito. Buenos Aires, Argentina
- Rodríguez A., Jacobo E., Scardaoni P. y Deregibus A. 2007. Effect of Phosphate Fertilization on Flooding Pampa Grassland (Argentina). *Rangeland Ecology & Management*, 60: 471-478
- Rodríguez A. y Jacobo E. 2013. Glyphosate effects on seed bank and vegetation composition of temperate grasslands. *Applied Vegetation Science*, 16: 51-62.
- Rubio G., Gutierrez Boem F.H. y Lavado R.S. 2010. Responses of C3 and C4 grasses to application of nitrogen and phosphorus fertilizer at two dates in the spring. *Grass and Forage Science*, 65: 102-109.
- Rusch G. y Oesterheld M. 1997. Relationship between productivity and species and functional group diversity in grazed and non-grazed Pampas grassland. *Oikos*, 78: 519-526.
- Sala O., Soriano A. y Perelman S. 1981. Relaciones hídricas de algunos componentes de un pastizal de la depresión del Salado. *Revista Facultad de Agronomía*, 2:1-10.
- Sala O., Oesterheld M., León R.J.C. y Soriano A. 1986. Grazing effects upon plant community structure in subhumid grassland of Argentina. *Vegetatio*, 67: 27-32.
- Semmartin M. y Oesterheld M. 2001. Effects of grazing pattern and nitrogen availability on primary productivity. *Oecologia*, 126: 225-230.
- Semmartin M., Oyarzabal J., Loreti J. y Oesterheld M. 2007. Controls of primary productivity and nutrient cycling in a temperate grassland with year-round production. *Austral Ecology*, 32: 416-428.
- Shannon C. y Weaver, W. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Tognetti, P.M. 2019. Negative nitrogen effect overrides the positive effects of phosphorous on legumes in grasslands worldwide. Congreso; Ecological Society of America Annual Meeting. Ecological Society of America. Louisville, EE.UU. https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=45010&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=7898987. Último acceso, marzo de 2020.
- Vecchio M.C; Rodríguez, A. Bolaños, V.A. y Golluscio, R. 2019. Rotational grazing improves grassland condition of the halophytic steppe in Flooding Pampa (Argentina). *The Rangeland Journal*. 41, 1-12.
- Vignolio O.R., Maceira N.O., Fernández O.N. 1994. Efectos del anegamiento en invierno y verano sobre el crecimiento y la supervivencia de *Lotus tenuis* y *L. corniculatus*. *Ecología Austral*, 4: 19-28.

- Vignolio O.R., Maceira N.O., Fernández O.N. 1995. Efectos del anegamiento sobre el poder germinativo de las semillas de *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus*. *Ecología Austral*, 5:157-163.
- Vignolio, O. y Fernández O. 2011. *Lotus tenuis*, Seedling establishment and biomass production in flooding Pampa grasslands (Buenos Aires, Argentina). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71: 96-103.
- Yahdjian, L., Tognetti, P.M., Graff, P. and Chaneton, E.J. 2019. Biomass production is more limited by P than N, but N strongly reduced plant diversity in a highly-productive grassland Congreso; Ecological Society of America Annual Meeting. Ecological Society of America. Louisville, EE.UU. <https://eco.confex.com/eco/2019/meetingapp.cgi/Paper/78650>. Último acceso, marzo de 2020.

ANEXO 1

Tabla 2: Familiar, grupo, valor forrajero de las especies registradas en los censos de diciembre (D) y abril (A) y riqueza florística en los tratamientos empleados.

Familia	Grupo	Valor forrajero	Tratamientos											
			Con herbicida					Sin herbicida						
			NPL	L	PL	PN	T	NPL	L	PL	PN	T		
<u>Monocotiledóneas no gramíneas</u>														
Cyperáceae	<i>Cyperus</i>	si	A	A		D-A				D-A	D	D	D-A	D
Cyperáceae	<i>Eleocharis</i>	si	D-A	D-A	D	A	D-A			D	D	D	A	A
Juncáceae	<i>Juncus microcephalus</i>	si	D		D			D		D	D	D	D	D
Juncáceae	<i>Juncus imbricatus</i>	si								A				
Iridaceae	<i>Sisyrinchium iridifolium</i>	si	D	D		D	D			D	D	D	D	D
<u>Gramínea OIP (C₃)</u>														
Gramínea	<i>Chaetotropis elongata</i>	si	D	D	D-A	D	D			D	D	D	D	D
Gramínea	<i>Danthonia montevidensis</i>	si	D											
Gramínea	<i>Gaudinia fragilis</i>	si		D	D			D		D	D	D	D	D
Gramínea	<i>Lolium multiflorum</i>	si	D	D	D	D	D			D	D	D-A	D	D
<u>Gramínea PVO (C₄)</u>														
Gramínea	<i>Panicum bergii</i>	si		A		D								
Gramínea	<i>Panicum mitodes</i>	si					A		A					
Gramínea	<i>Paspalidium geminatum</i>	si	D	D	D	A	D				A	A	D-A	D
Gramínea	<i>Polypogon monspeliensis</i>	si	D	D	D	D			D	D	D	D	D	D
Gramínea	<i>Setaria geniculata</i>	si	A	D-A	A	D-A	A		D-A	A	D-A	A	A	D-A
Gramínea	<i>Sporobolus indicus</i>	si												A
Gramínea	<i>Stenothaphrum secundatum</i>	si	D							A				
Gramínea	<i>Gramínea PVO</i>	si					A				A	A	A	A
<u>Leguminosas</u>														
Fabaceae	<i>Lotus tenuis</i>	si	D-A	D-A	D-A	D-A	D-A		D-A	D-A	D-A	D-A	D-A	A
<u>Latifoliadas</u>														
Amaranthaceae	<i>Alternanthera philoxiroides</i>	si				A								
Asteraceae	<i>Ambrosia tenuifolia</i>	no	A		A					A	A			
Asteraceae	<i>Aster squamatus</i>	no	A	A	A	A			A	A	A	A	A	A
Convolvulaceae	<i>Dichondra microcalyx</i>	no				A					V	V		
Asteraceae	<i>Eclipta bellidioides</i>	no	D-A	D-A	A	D-A	A		D-A	A	A	A	A	A
Apiaceae	<i>Eryngium ebracteatum</i>	si	A	D-A	D	D	D-A		D	D-A			D-A	D-A
Apiaceae	<i>Eryngium echinatum</i>	si	A											
Asteraceae	<i>Leontodon nudicaulis</i>	no	D	A	D-A	D-A			D-A	D-A	D-A			A
Labiada/ Lamiaceae	<i>Mentha pulegium</i>	no	D	D	D		D-A		D-A	A	D	D	D	D-A
Asteraceae	<i>Pamphalea bupleurifolia</i>	no	D-A						D	D				D
Verbenaceae	<i>Phyla canescens</i>	no	A	A	A	D-A	A		A	D-A	D-A	A	A	A
Asteraceae	<i>Helminthotheca echioides (ex)</i>	no							A					
Asteraceae	<i>Picrosia longifolia</i>	no		A		A								A
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	si			A		A			D-A	D-A			
Caryophyllaceae	<i>Spergularia spp</i>	no								A				
<u>RIQUEZA</u>			21	18	17	18	17	19	20	19	18	21		

ANEXO 2

SERIE GENERAL GUIDO (GG)

Es un suelo gris muy oscuro, profundo, con aptitud ganadera que se encuentran en los tendidos de la Subregión Pampa Deprimida Sector Oriental, algo pobremente drenado, con rasgos hidromórficos, desarrollado sobre sedimentos finos, no salino a débilmente salino, con fuerte alcalinidad sódica desde los 14 cm. de profundidad con pendientes que no superan el 0-0,5 %.

Clasificación taxonómica: Natracuol Típico, Fina, illítica, térmica (USDA-Soil Taxonomy V. 2006).

A	0-14 cm; gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco; bloques angulares finos y fuertes; duro; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; límite inferior abrupto, suave.
Btcn	14-34 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 3/2) en húmedo; arcilloso; prismas medios moderados; muy duro; plástico; adhesivo; abundantes concreciones de hierro-manganeso y micro concreciones calcáreas; abundantes barnices húmico-arcillosos; moteados abundantes finos y precisos; límite inferior claro, suave.
Btcnk	34-52 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; franco arcilloso; bloques subangulares medios moderados; muy duro; plástico; adhesivo; concreciones de hierro-manganeso abundantes; concreciones calcáreas abundantes; barnices húmico-arcillosos abundantes; moteados abundantes finos y precisos; raíces escasas; formaciones especiales de muñecas de Carbonato de Calcio de 5 cm. de diámetro; límite inferior claro, suave.
BCnk1	52-90 cm; pardo (7,5YR 4.5/4) en húmedo; franco; bloques subangulares medios moderados con tendencia a masivo; duro; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; micro concreciones calcáreas abundantes en la masa; concreciones de hierro-manganeso escasas y calcáreas abundantes; moteados comunes finos y precisos; barnices de "clay skins" abundantes; escasas raíces; formaciones especiales de bochas calcáreas y cementación parcial; límite inferior gradual, suave.
BCnk2	90-130 cm; pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco; masivo; blando; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; micro concreciones calcáreas comunes en la masa; escasos barnices de "clay skins"; moteados comunes finos y precisos; vestigios de raíces; límite inferior difuso, suave.
Cnk	130 + cm; pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; franco; masivo; blando; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; micro concreciones calcáreas abundantes y en la masa.

Variabilidad de las características: Horizonte A, colores desde negro (10YR 2/1), hasta pardo (10YR 3/2) en húmedo. La profundidad del Btcn-Btcnk (38 a 71 cm.), arcilloso a franco arcilloso, estructura columnas medias, fuertes. El BCnk y Cnk similares al duripán con hierro, manganeso, sílice y carbonatos de calcio discontinuo. Hay perfiles menos someros y no son salinos.

Fases: Pobremente drenada.

Drenaje y permeabilidad: Algo pobremente drenado, escurrimiento lento y permeabilidad lenta, profundidad de la napa a más de 2 m.

Uso y vegetación: Ganadero. Pasturas naturales: Pasto puna (*Stipa brachichaeta*), Paja voladora (*Panicum capillares*), Abrepuño amarillo (*Centaurea solstitialis*), Diente de león (*Taraxacum officinalis*), Hierba Santa (*Verbena officinalis*), Pelo de chancho (*Distichlis spicata*).

Capacidad de uso: VI ws.

SERIE CASTELLI (Cas)

Es un suelo gris muy oscuro, profundo, con aptitud ganadera que se encuentra en los tendidos de la Subregión Pampa Deprimida Sector Oriental, en transición a la llanura marina de la Bahía de Samborombón; algo pobremente drenado, desarrollado sobre sedimentos eólicos finos, débilmente a moderadamente salino, con fuerte alcalinidad sódica desde superficie, con pendientes que no superan el 0-0,5 %.

Clasificación taxonómica: Natracuol Típico, Fina, illítica, profunda, térmica (USDA-Soil Taxonomy V. 2006).

An	0-20 cm; gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo; pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco; bloques subangulares medios, moderados que rompe a granular, duro, friable; no plástico, no adhesivo; límite inferior claro, suave.
BAtn	20-28 cm; pardo grisáceo oscuro (10YR 3/2) en húmedo; pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares gruesos, fuertes que rompe a bloques menores; ligeramente firme; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; escasos barnices de "clayskins"; moteados escasos finos y débiles; límite inferior claro, ondulado.
Btcn	28-42 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/2) en húmedo; pardo (7,5YR 5/2) en seco; arcilloso; prismas gruesos, fuertes que rompe a bloques angulares gruesos; muy duro; plástico; adhesivo; concreciones de hierro-manganeso abundantes; micro concreciones calcáreas abundantes; barnices de "clayskins" abundantes; moteados comunes, medios y precisos; límite inferior claro, ondulado.
2Btcn	42-80 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares medios moderados con tendencia a masivo; duro; no plástico, ligeramente adhesivo; micro concreciones calcáreas abundantes en la masa; concreciones de hierro-manganeso y calcáreas abundantes; moteados comunes finos y precisos; barnices de "clayskins" escasos; escasas raíces; formaciones especiales de bochas calcáreas y cementación parcial; límite inferior gradual, irregular.
2BCmn	80-125 cm; pardo (7,5YR 5/3) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; franco; masivo con tendencia a laminar; duro; no plástico, no adhesivo; escasas concreciones de hierro-manganeso y micro concreciones calcáreas abundantes; límite gradual, suave.

2Ckn	125-145 + cm; pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; franco limoso; masivo con tendencia a laminar; duro; no plástico, ligeramente adhesivo; concreciones calcáreas escasas; formaciones especiales: carbonato en la masa reacción fuerte.
-------------	---

Variabilidad de las características: Epipedón mólico (An), negro (10YR 2/1), a gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo y pardo gris oscuro a pardo grisáceo (10YR 4,5/2 a 10YR 5/2) en seco, $\leq 15\%$ Na⁺ y espesor hasta 25 cm. La profundidad del solum (Btcn-2Btcn) de 29 a 90 cm. hasta 55% arcilla en Btcn. El PSI, no más del 37% hasta el metro, salinidad > de 8.23 (mmhos/cm) entre 29 y 52 cm. Fragipán incipiente.

Fases: Pobremente drenada.

Drenaje y permeabilidad: Algo pobremente drenado, escurrimiento lento, permeabilidad lenta, profundidad de la napa freática 1,50 m.

Uso y vegetación: Ganadero. Pasturas naturales: Altamisa (*Ambrosia tenuifolia*), Pelo de chanco (*Distichlis spicata*) Cola de zorro (*Sporobolus pratenses*), trébol de olor (*Melilotus albus*), flechilla, (*Stypa neesiana*).

Capacidad de uso: VI ws

Limitaciones de uso: Drenaje y alcalinidad sódica, Btcn fuertemente textural.

SERIE AYACUCHO (Ay)

Es un suelo negro a pardo oscuro, profundo, de aptitud agrícola-ganadero, que se encuentra en un paisaje plano a muy suavemente ondulado en posición loma baja o tendidos altos, en la Subregión de la Pampa Deprimida, moderadamente bien drenado, formado sobre sedimentos finos loésicos y costra calcárea, alcalino sódico desde los 39 cm. de profundidad, no salino, con pendientes de 0 - 1 %.

Clasificación taxonómica:

Natrudol Típico, Fina, illítica, muy profunda, térmica (USDA- ST V. 2010)
Natracuol Típico, Fina, illítica, térmica (USDA- 7^a Aprox. ST V. 1975).

Ap	0-24 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; gris muy oscuro (10YR 4/1) en seco; franco; bloques subangulares medios moderados que rompen a bloques subangulares finos y granular; friable; blando; muy abundantes raíces; formaciones especiales, galería de lombrices; límite inferior claro y suave.
En	24-39 cm; pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; franco; bloques subangulares medios que rompen a granular débil y masivo; muy friable; abundantes raíces; límite inferior abrupto y suave.
Btcn	39-68 cm.; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; pardo (7,5YR 4/4) en seco; arcilloso; columnar regular grueso fuerte; duro; firme; muy plástico; adhesivo; concreciones de hierro-manganeso abundantes; micro-concreciones calcáreas abundantes; barnices húmicos-arcillosos abundantes; moteados de Hierro comunes precisos y medios; raíces escasas; límite claro y suave.
Btnz	68-109 cm; pardo rojizo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco arcilloso; bloques angulares y subangulares medios moderados; friable; blando; ligeramente plástico; ligeramente adhesivo; concreciones de calcio comunes; concreciones de hierro-manganeso escasas; moteados comunes medios y precisos; clayskins escasos; límite inferior abrupto y ondulado.
2BCknz	109-158 cm; pardo rojizo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco; bloques angulares finos, débiles; friable; concreciones de carbonato de calcio escasas; concreciones de hierro-manganeso escasas; moteados abundantes, medios y precisos; moderada cementación; límite inferior abrupto y irregular.
2Ckm	158-173 cm; gris rojizo (7,5YR 6/4) en húmedo; franco; masiva; concreciones calcáreas abundantes; fuerte reacción a los carbonatos libres en la masa.

Observaciones: Otros perfiles de la serie se encuentran en posiciones más bajas con mayor presencia de rasgos hidromórficos, moteados y algo pobremente drenados como resultado de una mayor oscilación de la napa freática y anegamientos temporarios en zonas de la pampa deprimida. Otros perfiles representativos: 27/C 96 en el mosaico 3757-19-1 y 12/C 2873 en 3760-24-4, 12/C 2960.

Variabilidad de las características: Algunos perfiles tienen mayor alcalinidad en los horizontes superiores. Puede encontrarse el horizonte cálcico a profundidades variables, en algunos casos antes del metro de profundidad, dando lugar a un intergrado hacia los Natruoles cálcicos.

Drenaje y permeabilidad: Moderadamente bien drenado, escurrimiento medio a lento, permeabilidad lenta, profundidad de la napa freática 1,58 m. **Uso y vegetación:** Agrícola ganadero. Rastrojo de avena.

Capacidad de uso: IV ws.

Limitaciones de uso: Drenaje y alcalinidad sódica (31%), a partir de los 39 cm.

SERIE EL CARMEN (ECa)

Es un suelo pardo muy oscuro de aptitud ganadera que se encuentra en los planos altos y pie de lomas, en posición de loma baja, en la “Subregión Geomorfológica Pampa Deprimida Sector Oriental”, algo pobremente drenado, formado sobre sedimentos finos loésicos, (limos-arcillas de aportes por derrames), alcalino sódico desde los 26 cm., muy débilmente salino, con pendientes de 0,5 a 1 %.

Clasificación taxonómica:

Natrudol Abrúptico, Fina, illítica, profunda, térmica (USDA- ST V. 2010).
Hapludol Thapto Nátrico, Fina, illítica, térmica (USDA- 7ª Aprox. ST V. 1975).

Descripción del perfil típico: 21/3238 C. Fecha de extracción de muestras, 13 de octubre de 1973.

A	0-25 cm; pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco; franco; bloques subangulares medios moderados que rompe a granular; friable; no plástico, no adhesivo; raíces abundantes; límite inferior gradual, suave.
En	25-37 cm; pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; pardo (10YR 5/3) en seco; franco; masivo; friable; no plástico, no adhesivo; concreciones de hierro-manganeso abundantes; moteados escasos, medios, débiles; raíces comunes; límite inferior abrupto, ondulado.
Btnz	37-52 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; pardo (7,5YR 5/2) en seco; arcilloso; prismas compuestos regulares, medios, moderados; firme; plástico, adhesivo; concreciones de hierro-manganeso escasas; barnices húmico-arcillosos abundantes; "clayskins" abundantes; raíces escasas; límite gradual, suave.
Btkn	52-70 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/2) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; franco; prismas compuestos regulares, gruesos, fuertes; firme; plástico y adhesivo; concreciones calcáreas abundantes; barnices "clayskins" abundantes; moteados escasos, medios, precisos; raíces escasas; límite claro, suave.
BCckn	70-90 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 5/4) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; franco; prismas irregulares medios, moderados que rompe a bloques subangulares; friable; ligeramente plástico y adhesivo; concreciones calcáreas abundantes; barnices "clayskins" escasos; moteados comunes, medios, precisos; raíces escasas; límite inferior claro, suave.
BCcn	90-130 cm; pardo (7,5YR 5/4) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; franco; prismas irregulares medios, moderados; friable; ligeramente plástico y adhesivo; concreciones de hierro-manganeso abundantes; moteados escasos, finos, débiles; débil reacción a carbonatos libres en la masa; límite inferior gradual, suave.
Cn	130 a + cm; franco; masivo, con tendencia a laminar; moderada reacción a los carbonatos libres en la masa.

Ubicación del Perfil: Latitud S 36° 07' 20". Longitud W 57° 55' 45". Altitud 9 m.s.n.m. a 12 km. al oeste de la ciudad cabecera del partido de Castelli, provincia de Buenos Aires. Mosaico I.G.M. 3757-2-1, Castelli.

Variabilidad de las características: La profundidad en que aparece el horizonte nátrico es variable.

Fases: No posee.

Series similares: Ayacucho, La Nueva Esperanza, La Tigra, Cacharí, Monte.

Suelos asociados: Integrando asociación y complejos de suelos con las series Gral. Guido, Pila, Ayacucho, Castelli, Los Naranjos y en consolidación con suelos indiferenciados de bajos, Tandileofú, General Guido, Martín Colman y Ayacucho.

Distribución geográfica: Partidos de Pila, Castelli, Gral. Guido, Dolores, Maipú, Rauch, en las hojas I.G.M. 3757-1, 2, 7, 8, 14; 3557-32, 33; 3760-12, 18.

Drenaje y permeabilidad: Algo pobremente drenado, escurrimiento lento, permeabilidad lenta, profundidad de la napa freática profunda.

Uso y vegetación: Ganadero. Vegetación natural, Pasto miel (*Paspalum dilatatum*), Caapiquí, (*Stellaria media*), Cardo negro (*Cirsium vulgare*), Altamisa (*Ambrosia tenuifolia*).

Capacidad de uso: VI ws

Limitaciones de uso: Drenaje, alcalinidad sódica a partir de los 26 cm., salinidad de 2 a 4 mmhos (levemente salino), horizonte Bt muy fuertemente textural.

Índice de productividad según la región climática: 28,35 (A)

Rasgos diagnósticos: Epipedón mólico (37cm.), régimen de humedad údico, horizonte argílico y nátrico de 15 a 45 % de sodio de intercambio.

SERIE PILA (Pi)

Es un suelo pardo, profundo, de aptitud agrícola, que se encuentra en un paisaje de lomas planas extensas o en forma de cordones al pie de las lagunas, en posición de media loma baja en la Subregión Pampa Deprimida, algo pobremente drenado, desarrollado a partir de sedimentos eólicos finos, no alcalino, no salino, con pendiente de 0,5 %.

Clasificación taxonómica:

Argiudol Abrúptico, Fina, illítica, térmica (USDA-Soil Taxonomy 2006).
Hapludol Tapto Árgico, Fina, illítica, térmica (Adaptación Mapas INTA a la 7ª Aprox. USDA-ST 1975).

Ap	0-26 cm; pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco; bloques subangulares finos , moderados con tendencia a granular fina; blando; friable; no plástico y ligeramente adhesivo; raíces abundantes; límite inferior gradual, suave.
ECn	26-40 cm; pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo; pardo (10YR5/3) en seco; franco; bloques subangulares a masivo; blando; friable; no plástico; no adhesivo; concreciones de hierro abundantes; moteados escasos medios y precisos; raíces abundantes; límite inferior abrupto irregular.
2Btcn	40-53 cm; pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3) en húmedo; pardo (7,5YR 5/4) en seco; arcilloso; prismas semicolumnar, gruesos, fuertes; duro; firme; plástico y adhesivo; concreciones de hierro-manganeso abundantes; moteados comunes medios y precisos; raíces comunes; límite inferior gradual y suave.
2Btckn	53-68 cm; pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; pardo (7,5YR 5/4) en seco; franco arcilloso; prismas compuestos irregulares medios moderados; seco; firme; plástico y adhesivo; concreciones de hierro abundantes; concreciones de calcio abundantes; barnices “clayskins” abundantes; moteados comunes precisos y medios; raíces comunes; límite inferior claro y suave.
3BC1n	68-93; pardo a pardo oscuro (7,5YR 5/4) en húmedo; pardo claro (7,5YR 6/4) en seco; franco; bloques subangulares medios, débiles; concreciones de hierro y de calcio escasas; barnices “clayskins” escasos; moteados comunes, medios y precisos; raíces escasas; límite claro y suave.
3BC2n	93-130; franco; masivo con tendencia a laminar; concreciones de hierro y de calcio escasas; moteados escasos medios y precisos; nódulos cementados; límite gradual suave.
Cc	130-145 a + cm; franco; masivo con tendencia a laminar; nódulos cementados.

Drenaje y permeabilidad: Algo pobremente drenado, escurrimiento medio, permeabilidad moderadamente lenta a lenta.

Uso y vegetación: Agrícola con implantación de cultivos realizados con labranza convencional. Pasturas naturales, Cardo negro (*Cirsium vulgare*), Raigrass (*Lolium multiflorum*), Rama negra (*Conyza bonariensis*), Gramilla (*Cynodon dactylon*).

Capacidad de uso: III w

Limitaciones de uso: Drenaje y un Bt fuertemente textural (limitaciones de infiltración).

Datos

Analíticos:

Horizontes	Ap	ECn	2Btcn	2Btckn	3BC1n	3BC2n	Cc
Profundidad (cm)	5-15	26-36	43-51	57-66	75-90	100-120	130-145
Mat. orgánica (%)	4,43	0,58	0,87	0,48	0,10	NA	NA
Carbono total (%)	2,58	0,34	0,51	0,28	0,06	NA	NA

Nitrógeno (%)	0,228	0,045	0,057	NA	NA	NA	NA
Relación C/N	11	9	9	NA	NA	NA	NA
Arcilla < 2 μ (%)	20,9	16,9	48,2	33,0	23,6	22,6	NA
Limo 2-20 μ (%)	20,1	13,3	7,0	18,2	21,7	19,4	NA
Limo 2-50 μ (%)	40,3	37,3	22,8	36,9	43,9	43,4	NA
AMF 50-75 μ (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AMF 75-100 μ (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AMF 50-100 μ (%)	37,9	44,4	27,8	27,9	29,7	31,6	NA
AF 100-250 μ (%)	0,9	1,4	1,2	1,4	2,8	2,4	NA
AM 250-500 μ (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AG 500-1000 μ (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
AMG 1-2 mm (%)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Calcáreo (%)	0	0	0	0,8	Vest	0	NA
Eq.humedad (%)	23,6	16,8	36,9	30,4	24,6	23,5	NA
Re. pasta Ohms	0	0	0	0	0	0	NA
Cond. mmhos/cm	0	0	0	0	0	0	NA
pH en pasta	6,0	7,0	7,4	7,9	8,0	7,7	NA
pH H₂O 1:2,5	6,6	7,5	8,3	9,0	9,0	8,7	NA
pH KCL 1:2,5	5,4	6,2	6,3	7,4	7,2	6,5	NA
CATIONES DE CAMBIO							
Ca⁺⁺ m.eq./100gr	9,9	5,6	10,7	NA	NA	8,2	NA
Mg⁺⁺ m.eq./100gr	2,4	2,4	10,8	NA	NA	7,0	NA
Na⁺ m.eq./100gr	0,7	1,0	3,2	3,2	2,3	2,0	NA
K m.eq./100gr	2,0	1,4	3,7	3,2	2,8	2,6	NA
H m.eq./100gr	6,1	2,0	4,1	NA	NA	NA	NA
Na (% de T)	4,0	11,0	11,0	10,0	10,0	10,0	NA
Suma de Bases	15,0	10,4	28,4	NA	NA	19,8	NA
CIC m.eq./100gr	17,1	9,1	28,1	31,6	24,4	20,0	NA
Sat. con bases (%)	88	100	100	NA	NA	99	NA
NA: No analizado							

