



Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional del Nordeste



Biomasa, diversidad y productividad forrajera en dos pastizales de paleocauces bajo diferentes presiones de pastoreo en el sector sur del Parque Nacional Copo (Santiago del Estero).

Trabajo Final de Graduación, Modalidad Tesina para
obtener el Título de Ingeniero Agrónomo.

Alumno: Patricio Cowper Coles
Director: Dr. Andrés Tálamo

Marzo de 2018

AGRADECIMIENTOS

A mi director, Dr. Andrés Tálamo por haberme brindado la posibilidad de realizar la tesina bajo su dirección, la ayuda en las campañas de campo, la paciencia en las correcciones y los conocimientos adquiridos a lo largo de todo el proceso de realización del trabajo.

A Carolina Trigo por la ayuda permanente, con quien compartimos todas las campañas de trabajo de campo. A cada uno de los voluntarios y amigos que colaboraron con la recolección de datos.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, por haberme brindado una excelente formación profesional, y con ello a todos los profesores que tuve durante mi formación.

A mis padres, por su ayuda constante. Sin ellos, no hubiera podido terminar.

A mis amores, Maia y Dylan que me dieron ese impulso final para concretar esta etapa.

A todos mis compañeros y amigos, por los felices momentos compartidos.

INDICE DE CONTENIDOS

	Página
1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	3
3. Objetivos.....	4
4. Antecedentes.....	5
5. Materiales y métodos.....	8
6. Resultados y Discusión.....	11
7. Conclusiones.....	18
8. Tablas y figuras.....	19
9. Bibliografía.....	26

RESUMEN

Los pastizales naturales han recibido una importante presión de uso por parte del hombre desde hace cientos de años. El pastoreo por ganado es considerado el más difundido y sus efectos sobre el ambiente dependen de numerosos factores. Lograr la compatibilidad entre los objetivos productivos y de conservación requiere del conocimiento detallado de los recursos forrajeros y un análisis de la dinámica de funcionamiento de los mismos ante la influencia de los variados factores que la afectan. El presente trabajo busca determinar el posible efecto de las diferentes presiones de pastoreo sobre atributos como la riqueza de especies, la diversidad, productividad primaria neta aérea (PPNA) y las relaciones de los diferentes componentes de la biomasa, en el sector suroeste del Parque Nacional Copo (Santiago del Estero, Argentina). Para ello se seleccionaron dos (2) pastizales naturales sometidos a diferentes presiones de pastoreo en base a información suministrada por los pobladores acerca de los desplazamientos y presencia de los animales, así como las distancias a los puestos y aguadas (pastizales con alta y baja carga ganadera). Se evaluaron cuatro (4) parcelas (dos para cada nivel de carga) en cinco (5) fechas diferentes, y se estimó la PPNA mediante jaulas móviles (una jaula por parcela) y riqueza, cobertura y diversidad mediante el uso de un marco de 1 m². Las variables de respuesta riqueza de especies, cobertura, biomasa y PPNA fueron sometidos a un ANOVA siguiendo una estructura factorial de los tratamientos “Fecha” y “Carga”. Los resultados arrojaron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre pastizales con diferente carga en la riqueza de especies, biomasa y sus distintos componentes, al igual que en la PPNA, por lo que no se puede afirmar que existe un efecto de la presión de pastoreo. Sí hubieron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,0009$) en la cobertura de especies palatables, que resultó mayor en el pastizal con baja carga. Estos resultados estarían confirmando el efecto de la mayor carga sobre determinadas especies del pastizal. De igual forma, se observaron diferencias entre los pastizales al analizar las curvas de rango-abundancias elaboradas para cada fecha, en donde se aprecia una mayor abundancia de *Schizachyrium microstachyum* y *Paspalum pauciciliatum* en el pastizal con baja carga y mayor abundancia de renovales de *Acacia aroma* en el pastizal con alta carga. Al considerar las especies que se hallaron exclusivamente en uno u otro sitio, se destacan en el pastizal de alta carga la presencia de *Chloris virgata* por su característica de especie exótica, anual y de comportamiento invasivo. Mientras que para el pastizal de baja carga se destaca la presencia de *Chloris castilloniana* por ser una especie originaria de la región del Chaco y de valor forrajero. Además resulta importante la presencia de *Digitaria insularis* en los pastizales de baja carga, por resultar un valioso recurso forrajero invernal. También se observaron diferencias estadísticamente significativas al analizar la variación a lo largo del año de la biomasa total ($p=0,0015$) y de la PPNA por el método del rebrote ($p=0,0157$), que respondería

a la influencia de la estacionalidad de las precipitaciones en la región. Los resultados sugieren por lo tanto una alta compatibilidad entre la ganadería extensiva practicada y la conservación de la biodiversidad vegetal de los pastizales naturales, en concordancia con lo que plantean los modelos para sitios productivos y con larga historia evolutiva de pastoreo. Sin embargo, es importante recalcar la necesidad de continuar con estudios similares en distintas épocas, para contemplar la variabilidad interanual que no fue considerada en el presente estudio. Junto a ello, se precisaría un diagnóstico acorde del fenómeno de arbustización de los pastizales y su relación con el manejo del fuego. Un correcto cumplimiento de los objetivos productivos por parte de los pobladores y de los objetivos de conservación planteados para el área protegida, dependen de un adecuado y continuo ajuste de la carga en función de la oferta de forraje disponible. Es importante además considerar un posible “apotreramiento” rotativo (o zonas transitorias de exclusión al ganado), para lograr una distribución más homogénea del ganado y permitir el descanso adecuado, que favorezca la recuperación de las especies más palatables y nutritivas.

INTRODUCCIÓN

Conocer las características de funcionamiento y diversidad de los pastizales a escala local es de primordial importancia para proponer pautas de manejo que aseguren una producción animal económica y estable, a la vez que logre la conservación del recurso base. Los pastizales sudamericanos han recibido desde hace más de 300 años una importante presión de uso por parte de los seres humanos, desde el pastoreo por ganado doméstico hasta su reemplazo por cultivos anuales, pasturas implantadas o plantaciones forestales comerciales (Yahdjian & Sala 2011). La producción bovina de carne es una de las actividades más relevantes para la Argentina, y la calidad de sus carnes producidas bajo sistemas pastoriles es ampliamente reconocida y aceptada a nivel mundial (MEyFP 2013). Se estima que la producción mundial de carnes crezca un 2% en cada país y que la demanda de productos ganaderos siga en aumento en los próximos años (FAO 2010). Asimismo, en las dos últimas décadas, el avance territorial de la frontera agrícola por la expansión de los cultivos extensivos en la región pampeana ha llevado a que la ganadería, de menor rentabilidad relativa, se traslade a “regiones marginales”, de campos con menor calidad de suelos (MEyFP 2013). En este sentido, la actividad ha crecido en importancia en la provincia de Santiago del Estero, que cuenta con un stock de algo más de 1,6 millones de cabezas bovinas (Senasa 2017), concentrando el 38% de las mismas en los departamentos del nordeste provincial, donde las actividades de cría y recría se realizan mayormente sobre pastizales naturales con monte (Gelid 2008). En la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Copo, la ganadería es desarrollada en forma extensiva sobre los bosques y pastizales sin ningún tipo de manejo, lo que ha llevado a un sobreaprovechamiento de la forrajimasa, empobreciendo cada vez más la producción forrajera (Coronel de Renolfi & Brassiolo 2008). Dentro del mismo Parque Nacional Copo (PNC), con una superficie de 114.000 ha, habitan 5 familias asentadas desde la década de 1950, tras permanecer luego de retirada la explotación forestal que aconteció hasta el año 1957 (DRNOA – APN 2005). Desde entonces los productores se dedicaron a la ganadería extensiva bajo monte. De los cinco (5) productores, cuatro (4) de ellos habitan el sector sur del área protegida con una existencia ganadera de 875 vacunos, 240 cabras y algunos equinos y porcinos (Saravia 2004). Comparando esos valores con los obtenidos de años anteriores, la existencia de ganado mayor se habría incrementado entre los años 1997-2004 en 485 animales (DRNOA – APN 2005). Esto demuestra la reciente tendencia hacia un aumento en la presión de pastoreo sobre los ambientes de pastizal y monte de toda la región, aún en áreas protegidas, con los posibles riesgos en la pérdida de especies valiosas, erosión de los suelos y recursos forrajeros.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Evaluar el efecto del ganado doméstico sobre características productivas, ecológicas y de calidad forrajera de los pastizales de paleocauces en el Parque Nacional Copo.

Objetivos particulares

- Medir y cuantificar la productividad primaria neta aérea (PPNA) en dos pastizales con diferentes presiones de pastoreo.
- Caracterizar la riqueza, diversidad y dinámica de la biomasa de especies herbáceas palatables y no palatables en dos pastizales bajo diferente presión de pastoreo.

ANTECEDENTES

Para poder evaluar el manejo pastoril de un campo natural y mantener una oferta de forraje sostenible y compatible con los requerimientos ecológicos, económicos y sociales, es fundamental realizar un inventario de los recursos forrajeros, ya que brinda información sobre receptividad actual y potencial, estado de degradación de pasturas y posibles prácticas de manejo a aplicar (Kunst et al. 2007). El inventario consiste en la delimitación de sitios de pastizal y la determinación de la condición de la vegetación en los mismos. El sitio está determinado por variables fisiográficas que lo hacen diferente de otros en su capacidad potencial de producir distinta calidad y cantidad de vegetación (Dyksterhuis 1949). La delimitación de sitios de pastizal se realiza considerando, en primer lugar, la información sobre clima, fisiografía y suelos que permitan finalizar con un mapa de éstos a un nivel apropiado para el manejo (Kunst et al. 2006). La condición es un concepto que indica el estado actual de la comunidad vegetal presente en un sitio de pastizal, resultado de disturbios y prácticas de manejo (Kunst et al. 2007).

Entre las variables de manejo que más influyen, la carga animal se destaca como la más importante del sistema pastoril porque define ingresos económicos, costos, mano de obra requerida, requerimientos alimenticios del ganado, producción animal individual y por unidad de superficie e impacto sobre el ambiente (Danckwerts 1989; Parsch et al. 1997). Sobre este último aspecto, es bien conocido y estudiado el efecto de la carga ganadera de un sitio sobre su biodiversidad, su suelo y su producción por unidad de superficie (Cingolani et al. 2008). Es por ello que la ganadería puede tener efectos perjudiciales, neutros o incluso positivos para los objetivos de conservación, dependiendo de otras variables tales como historia evolutiva de pastoreo, características productivas del lugar, entre otras (Landsberg et al. 2002; Cingolani et al. 2008). Por ejemplo, en sitios productivos el pastoreo impide la dominancia de unas pocas especies con alta capacidad competitiva, lo cual aumenta la diversidad, de acuerdo a lo que propone la hipótesis del disturbio intermedio (Grime 1973; Cingolani et al. 2008). A su vez, en sistemas que evolucionaron con alta presión de herbivoría, esta mayor diversidad se mantiene incluso con cargas relativamente altas (Cingolani et al. 2008).

En ambientes con una gran heterogeneidad espacial y que son pastoreados en forma extensiva, es preciso considerar además la distribución de los animales sobre la superficie, que se ve influenciada por la preferencia animal, haciendo que algunos sitios sean sobreutilizados y otros subutilizados (Golluscio et al. 1998). Por otro lado, aún en ambientes homogéneos la utilización de los recursos puede no ser homogénea, debido a limitaciones al libre movimiento relacionada con la distancia a atractores (Coppolillo, 2000). En estos casos, el efecto del aumento en las cargas sobre la diversidad, dependerá a su vez del tamaño de los potreros y de la abundancia de los atractores (aguadas, sombras o sitios de descanso) (Cingolani et al. 2008). Si los potreros son grandes y con

pocos atractores, probablemente se mantendrán sitios sin utilizar, aún con cargas relativamente altas (James et al. 1999; Landsberg et al. 2003).

Es sabido que el pastoreo produce cambios en la fisonomía y en la composición florística relacionados con las estrategias de las plantas frente a la herbivoría y que varían según la productividad del sitio (Cingolani et al. 2005b). Algunos autores, destacan que en los pastizales de las regiones semiáridas de la región chaqueña, la productividad se encuentra comprometida debido al sobrepastoreo, actuando como principal causa desencadenante del proceso regresivo que las afecta (Casas & Godagnone 2006). En sitios poco productivos (xéricos, pobres en nutrientes o limitados por temperatura, salinidad u otras condiciones extremas) las especies palatables son reemplazadas por especies poco palatables, generando una relación entre carga y producción por animal con una pendiente negativa y creciente a medida que aumenta la misma (Kemp & Michalk 2007; Cingolani 2008). Además de asociarse a una pérdida de diversidad vegetal, estos cambios han causado un deterioro permanente de los recursos forrajeros y de la producción ganadera (Golluscio et al. 1998; Ares 2007). También para sitios áridos y semiáridos de Australia se documentaron pérdidas en el suelo y en la diversidad de plantas nativas en respuesta a la ganadería, que en algunos casos se desencadenaron durante años de sequía (Friedel 1997; Landsberg et al. 2003). Ares (2007) sugiere que la extendida degradación actual de los sistemas semiáridos poco adaptados a la herbivoría está acentuada porque las cargas de las primeras décadas fueron mayores a las cargas óptimas, debido a una errónea percepción de la capacidad del sistema.

La Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA), definida como la tasa de producción de biomasa, es un atributo importante en el funcionamiento ecosistémico ya que determina la totalidad de la energía disponible para los niveles tróficos superiores (McNaughton et al. 1989) y es la variable más importante para la determinación de la carga animal (Sala & Austin 2000). Este conocimiento, junto al de la dinámica de la fitomasa de los pastizales, permite planificar el manejo de los recursos forrajeros ofrecidos (O'Neill et al. 1975). Otra variable importante que influye sobre dicha dinámica es la variación a lo largo del año en cuanto a la biomasa verde y el material muerto, asociado a diversas variables ambientales (De Wysiecki 1993), ya que grandes cantidades de material muerto encima y dentro del canopeo, afectan a todos los procesos del ecosistema (Knapp & Seastedt 1986) y a la calidad de la materia seca ingerida por los herbívoros. Estudios recientes sobre pastizales naturales en regiones semiáridas han enfocado su atención sobre la identificación de especies indicadoras de condición del campo natural y su relación con la oferta forrajera, accesibilidad y cobertura de leñosas (Kunst et al. 2007). Sin embargo, pocos estudios han sido realizados sobre otros aspectos importantes de la estructura y de la dinámica del pastizal, como la variación en la productividad y calidad de los distintos recursos forrajeros bajo la influencia de distintas presiones de pastoreo continuo.

La gran mayoría de los estudios que tratan los efectos del pastoreo sobre la diversidad y productividad de pastizales y praderas han sido llevados a cabo en la región pampeana, litoral argentino y estepa patagónica (Lezama et al. 2014), y son escasos los trabajos realizados en pastizales del Chaco semiárido, a pesar del relativo largo historial de intervenciones antrópicas de esta ecorregión. Es por ello que la generación de nueva información sobre dichos aspectos en pastizales de la zona del presente estudio, servirá para desarrollar pautas de manejo que logren compatibilizar las actividades productivas de los pobladores del Parque con la conservación de la biodiversidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en el sector sudoeste del Parque Nacional Copo (114250 ha, Santiago del Estero, Argentina), ubicado en la Ecoregión del Chaco Seco, subregión Chaco Semiárido. El área corresponde a la Región de Antiguos Cauces del Río Juramento (paleocauces) y presenta un paisaje plano, sin cuerpos superficiales de agua permanentes (excepto las represas) (Fig. 1).

El clima es marcadamente estacional, con 80% de las precipitaciones anuales (700 mm) concentradas entre octubre y marzo (primavera-verano) (Tálamo et al. 2009). La vegetación dominante es un bosque espinoso semideciduo de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco* Schltr.), quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii* (Griseb.) Engl.) y mistol (*Zyziphus mistol* Griseb.), interrumpido por pastizales asociados a paleocauces (DRNOA – APN, 2005). Los pastizales presentan una estructura considerada de las más simples de todas las unidades de vegetación chaqueña, de origen edáfico o pirógeno, con un estrato herbáceo dominado por el aibe (*Elionurus muticus* (Spreng) O. Kuntze) (Fig. 2) y géneros asociados como *Bothriochloa*, *Schizachyrium*, *Heteropogon*, *Pappophorum*, *Eragrostis*, *Chloris* y *Paspalum* como las principales productoras de biomasa (Renolfi 1992).

Diseño y metodología de trabajo a campo

- Para cumplir con los objetivos planteados, se seleccionaron dos (2) sitios de pastizal con diferentes presiones de pastoreo (factor de diseño con dos niveles). Para la elección de dichos sitios, se tuvo en cuenta la información suministrada por los pobladores propietarios del ganado acerca de los desplazamientos y presencia de los animales en las distintas épocas del año, así como las distancias de los mismos a los puestos y aguadas. La distancia de las aguadas a los sitios considerados de alta y baja presión de pastoreo fueron de 1 km y 3,4 km respectivamente (Fig. 1). Dentro de cada pastizal y en cada una de las cinco (5) fechas diferentes, se seleccionaron dos sitios homogéneos de aproximadamente 1 ha y se midieron las siguientes variables de respuesta:
- Cobertura: se siguió la metodología propuesta por Daubenmire (1959) adaptado a las condiciones de un pastizal natural subtropical, ya que resultó más adecuada que la metodología propuesta por Braun Blanquet por un mayor nivel de precisión en los valores de cobertura. Por ello, se empleó un marco de madera de 70 cm x 143 cm, que fue dividido en 18 cuadros, cada uno equivalente al 5,5 % de la cobertura total (Fig. 3). Para el caso de plantas presentes en baja cobertura se utilizaron los valores correspondientes a $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de un cuadro para expresar su cobertura. Los valores correspondientes al número de cuadros

que se cubrían y su correspondiente valor de cobertura se muestran en la Tabla 1. Se realizaron en total 44 mediciones de cobertura en cada parcela de los sitios, donde se evaluaron especies de herbáceas y leñosas pequeñas (no mayores a 1,5m de altura).

- Riqueza específica: número de especies. La información acerca de la preferencia del bovino sobre las distintas especies y la calidad de las mismas fue extraído de la bibliografía.
- Abundancia: se evaluó la frecuencia de las diferentes especies en las distintas submuestras en las que se encontraron.
- Biomasa y productividad primaria neta área (PPNA): se midió por el método de las jaulas móviles (dos jaulas por sitio de 2m x 2m) evaluando dos metodologías distintas. Al momento de instaladas, se realizó el corte a la altura de un puño (7cm) de todas las especies de herbáceas gramíneas (Familia Poaceae) de crecimiento alto que se encontraban dentro de un rectángulo de 1 m² de superficie (143cm x 70cm) y separados de los bordes de la jaula unos 30cm aproximadamente. Para el caso de algunas especies subarbustivas o herbácea dicotiledóneas y gramíneas de crecimiento bajo, se cortaron solo los brotes tiernos y hojas en el primer caso, y las láminas, vainas o tallos por arriba de unos 5cm de altura para el caso de las herbáceas y gramíneas de crecimiento bajo. Luego de un tiempo determinado (entre 51 y 154 días), se realizó un nuevo corte de 1m² dentro de la jaula y lindante al corte previo (método de la diferencia de biomasa entre parcelas contiguas), así como el corte del rebrote obtenido a partir del corte inicial (método del rebrote de la misma parcela). A continuación se movieron las jaulas a otros lugares próximos de los mismos sitios para volver a repetir la metodología. En cada corte, se recogió la biomasa total de cada especie por separado en bolsas plásticas y adecuadamente rotuladas. Posteriormente se separó el material seco en pie (necromasa) de la biomasa verde y se pesó con balanza electrónica de 1 g de sensibilidad. Finalmente, la biomasa verde y el material seco, fueron puestos por separado en bolsas de papel kraft, y transportados al laboratorio del Instituto Agrotécnico P. Fuente Godo (FCA-UNNE). Las muestras fueron secadas en estufa de circulación forzada a 60°C hasta alcanzar peso constante (72hs aprox.), para ser nuevamente pesadas y obtener así los valores de materia seca (Fig. 4). Para la obtención de los pesos, se utilizó una balanza de 0,1 g de sensibilidad.

Análisis de suelo:

A fin de contar con información adicional sobre las características particulares de los suelos de ambos sitios para determinar posibles relaciones u explicaciones a los resultados obtenidos del presente estudio, se decidió realizar un muestreo para su posterior análisis. Para ello se tomaron dos (2) muestras de suelo (uno para cada sitio), cada una compuesta por cinco (5)

submuestras recolectadas de distintos puntos de cada sitio. Para cada una de las submuestras, se eliminó la capa superficial de hojarasca como restos de plantas y se procedió mediante una pala, a retirar un pan de suelo de 15 cm de profundidad. Las 5 submuestras fueron puestas en una bolsa para la obtención de una muestra compuesta de 1 kg, se rotuló y se envió al laboratorio del Instituto Agrotécnico “P. Fuentes Godo” para su análisis. Allí se determinó: textura de ambos suelos, y las distintas fracciones de carbono orgánico: Carbono Orgánico Total, Carbono Orgánico Particulado y Carbono Orgánico ligado a la fracción Mineral.

Análisis de datos

Las variables de respuestas analizadas fueron: 1) diversidad, 2) riqueza de especies (diferenciando especies palatables y no palatables), 3) biomasa total específica (diferenciando biomasa y necromasa en pie) y 4) PPNA (estimada por ambos métodos).

Las variables riqueza de especies, cobertura, biomasa y PPNA se analizaron mediante un Análisis de la Varianza (ANOVA) siguiendo una estructura factorial de los tratamientos “Fecha” y “Carga” con interacción. El nivel de significación utilizado fue del 5%.

Diversidad: la composición de las comunidades vegetales y las proporciones relativas en las que participó cada especie en los diferentes meses del año, fue analizado mediante el uso de las curvas de rango-abundancia. Este análisis gráfico permite comparar la riqueza de especies (número de puntos), sus abundancias relativas, la forma de las curvas (equitatividad) y la secuencia de cada una de las especies sin perder su identidad (Feinsinger 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que la mayor presión de pastoreo no afectaría la riqueza promedio de especies en los pastizales de paleocauce del PN Copo, a los niveles de carga evaluados durante el 2014 y 2015 (Fig. 5), ya que los resultados del ANOVA no arrojaron diferencias significativas estadísticamente ($p=0,32$). La riqueza promedio de especies varió en ambos pastizales a lo largo de las distintas fechas evaluadas ($p=0,0025$), lo cual se relacionaría a la estacionalidad de las precipitaciones en la región y su efecto sobre la germinación y crecimiento de las plantas anuales. En este sentido, los menores valores de riqueza de especies se observaron durante los meses de Agosto y Octubre, cuando se alcanzaría el mayor déficit hídrico del año. A su vez, a partir del análisis del gráfico de rango-abundancia (Fig. 6), se aprecia una mayor riqueza total de especies en los sitios de baja carga durante los meses de octubre y enero, mientras que la riqueza fue mayor en los sitios de alta carga durante julio y agosto. Esta mayor riqueza en los sitios de alta carga, se deberían a un mayor número de especies no palatables que ocupan los espacios libres dejados por el pisoteo y tránsito de animales. En cuanto a la equitatividad, se observó que la misma fue mayor para ambos pastizales evaluados durante los meses de Agosto y Octubre. Esto resulta coincidente con la época de menores precipitaciones y menor PPNA de los pastizales. Al comparar la riqueza de especies acumulada de todo el año, el sitio con mayor presión de pastoreo alcanzó las 39 especies en comparación con las 37 de los sitios con menor presión (Fig. 7). Otros autores que evaluaron el efecto del pastoreo en pastizales templados, han encontrado mayor riqueza de especies en sitios sometidos a mayor presión de pastoreo (Rush & Oesterheld 1997; Morici et al. 2003; Rodríguez et al. 2003; Altesor et al. 2005, 2006). En algunos casos, el aumento se debió a la presencia de especies exóticas de crecimiento invernal (Sala et al. 1986, Facelli 1988, Facelli et al. 1988, Sala et al. 1988, Chaneton & Facelli 1991, Rush & Oesterheld 1997), y en otros al aumento en las gramíneas de crecimiento postrado y latifoliadas no forrajeras.

De las especies palatables, es de destacar la mayor abundancia relativa de la paja colorada (*Schizachyrium microstachyum* ((Desv. ex Ham.) Roseng., B. R. Arrill. & Izag. Phil.) y *Paspalum pauciciliatum* ((Parodi) Herter), en los sitios de baja presión de pastoreo y la predominancia de renovales de *Acacia aroma* (Gillies ex Hook. & Arn.) en los sitios con alta presión de pastoreo. Las especies que se encontraron exclusivamente en los sitios con baja presión de pastoreo fueron *Chloris castilloniana* (Lillo & Parodi), *Digitaria insularis* (L.), *Cyperus rotundus* (L.), *Acalypha poiretti* (Spreng.), *Scoparia montevidensis* ((Spreng.) R.E. Fries), *Passiflora foetida* (L.), *Zornia diphylla* ((L.) Pers.) y una especie de *Eupatorium* (sin determinar), mientras que las especies halladas exclusivamente en los pastizales con alta presión de pastoreo fueron *Chloris virgata* (Sw.), *Setaria geniculata* ((Lam.) Beauv.), *Aristida circinalis* (Lindm.), *Botriochloa laguroides* ((DC.) Herter.), *Eragrostis lugens* (Nees.), *Aristoloquia triangularis* (Cham.), *Buddleja stachyoides* (Cham. &

Schltdl.), una especie de *Chaptalia*, *Tephrosia cinerea* ((L.) Pers.), *Schinopsis lorentzii* y una especie de *Monnina*.

La mayor riqueza hallada en los sitios con alta presión de pastoreo se debería al crecimiento de nuevas especies (tanto gramíneas como latifoliadas) en los espacios de las intermatas de aibe (carácter no evaluado). Es de destacar la presencia de *Chloris virgata* en los sitios con alta presión de pastoreo, ya que se trata de una especie exótica, anual y de una gran plasticidad morfológica, variando desde un porte cespitoso a estolonífero (Zuloaga et al. 2012), siendo esta una forma de vida exitosa en condiciones de pastoreo (López Mársico & Altesor 2011). Otros autores la mencionan como invasora, indeseable, que crece en sitios degradados y que resulta abundante en la condición regular del pastizal (Anderson 1980).

En cuanto a la abundancia de las especies consideradas palatables, se elaboró una lista de aquellas especies presente que de acuerdo a la bibliografía contaban con utilidad forrajera, sin incluir aquellas con escaso valor y consumo por parte de los animales, que fueron corroboradas por observaciones de campo. Un ejemplo de ello resulta el aibe o espartillo (*Elionurus muticus*), que a pesar de ser la especie predominante y ser citada en la bibliografía como especie forrajera (Kunst 1982), se encuentra asociada a la práctica de las quemas. Estas se encontraban prohibidas por decisión de la Administración de Parques Nacionales (APN) al momento de realizado el estudio. Numerosos autores plantean la práctica de la quema de las sabanas de aibe responsables del mantenimiento de las mismas como comunidades abiertas, además de permitir el consumo del rebrote verde por parte de los animales y el control de leñosas (Morello & Saravia Toledo 1959, Morello & Adamoli 1974, Bucher 1982, Kunst et al. 2003). Esta decisión podría estar afectando la composición de las comunidades vegetales en cada uno de los sitios y favorecer a una mayor presencia de arbustos. A su vez, muchos autores que evaluaron el efecto del pastoreo en sistemas áridos y semiáridos, mencionan el remplazo de las especies forrajeras por arbustos (Bisigato 2000) o por otras herbáceas de menor calidad (Cerdeira et al. 2000, Distel et al. 2000). Los resultados arrojaron una mayor riqueza de especies palatables (14 especies acumuladas) (Fig. 7) en los sitios con alta presión de pastoreo, que podría deberse a la existencia de un mayor espacio libre entre matas, que resultan en sitios favorables para la germinación e instalación de nuevos individuos (Oesterheld & Sala 1990), la menor accesibilidad del pastizal por mayor densidad de arbustos invasivos (P. Cowper Coles observación personal), o por contar con una menor preferencia por parte de los animales. Los resultados se acercan a lo planteado por McNaughton (1984), que establece que el pastoreo (a cargas no excesivas) puede producir un aumento de las especies palatables, sobre todo en ambiente productivos con una larga historia evolutiva de pastoreo. Sin embargo, es necesario analizar otras cuestiones de comportamiento animal, como ser la preferencia relativa entre las diferentes especies palatables o la asociación de las mismas a otras especies de plantas con mecanismos de defensa contra la herbivoría. Entre las especies palatables que solo se encontraron en los sitios con alta presión de pastoreo, se

encuentran *Botriochloa laguroides*, *Eragrostis lugens* y *Setaria geniculata*, que son consideradas especies indicadoras de condición buena del pastizal (Kunst 1982), pero que resultaron muy poco abundantes. Para el caso de *Botriochloa laguroides*, los autores la mencionan como forrajera mediocre y abundante por su alta capacidad de repoblación y resistente a la sequía (Cabrera 1970). En cuanto a la segunda, es considerada una especie de mediana importancia (Cabrera 1970) con valor para la ganadería extensiva por su capacidad de resiembra, pero no muy productiva ni de alto valor nutritivo (Burkart 1969). Y en el caso de *Setaria geniculata*, se trata de una especie con utilidad forrajera, pero de bajo tenor proteico (Kunst 1982), que sería comida con cierta reticencia por el ganado (Bordon 1981).

Al considerar la abundancia relativa de las especies palatables, los sitios con baja presión de pastoreo arrojaron mayores valores, donde predominaron *Schizachyrium microstachyum* y *Paspalum pauciciliatum* (Fig. 6). La primera de estas, si bien es considerada una especie forrajera de escaso valor (Kunst C. 1982; Clayton & Renvoize 1986; Nicora & Rugolo de Agrasar 1987), es citada por Kunst (1982) como integrante de las sabanas de Santiago del Estero que resulta consumida por los animales (Mazziotti 1979; Renolfi 1980). Otros autores mencionan a otra especie del mismo género presente en los pastizales del Gran Chaco, como una planta de baja a media preferencia animal y media a alta calidad forrajera (Ledesma et al. 2017). Mientras, *Paspalum pauciciliatum* es un forraje palatable y medianamente productivo muy similar a *Paspalum dilatatum*, del que se diferencia por incluir plantas decumbentes a estoloníferas, arraigadas y ramificadas en la base (Zuloaga et al. 2012). Otras especies presentes solo en los sitios con baja presión de pastoreo fueron *Digitaria insularis* y *Chloris castilloniana*. Para el caso de la primera, algunos autores la señalan como un importante recurso forrajero para el invierno (Díaz & Bragadin 1965), ya que se trata de una especie de crecimiento primavero-estivo-otoñal que no es consumida en fresco pero que si resulta consumida cuando se encuentra seca como heno en pie. *Chloris castilloniana* es considerada originaria de la región chaqueña Argentina (Burkart 1969), de mediana preferencia animal y de utilidad intermedia (Anderson et al. 1980), lo cual le otorga una importancia no solo productiva sino también para conservación de recursos genéticos. Estos resultados concuerdan con estudios realizados por otros investigadores en el que la mayor presión de pastoreo resultó en importantes cambios florísticos (Milchunas & Lauenroth 1993; Osem et al. 2004; Adler et al. 2005) favoreciéndose a especies tolerantes a la herbivoría o con mayor capacidad competitiva. En nuestro estudio, y al igual que los resultados encontrados por Morici y colaboradores (2003), la mayor presencia de especies exclusivas en los sitios con alta presión de pastoreo estarían indicando cambios en la comunidad de plantas. Para el caso de la región del Chaco Argentino, tanto Morello y Saravia Toledo (1959) como Morello y Adamoli (1974), plantean que la presencia de los cambios florísticos en las comunidades vegetales, acontecen siguiendo sucesivas fases de degradación ante la influencia creciente de acciones antrópicas como fuegos recurrentes, sobrepastoreo, desecación, falta de agua o una combinación de varios de ellos. Estas fases se relacionan con la presencia de especies indicadoras que permiten determinar la condición

actual del pastizal. Así, desde una condición del pastizal excelente o buena, indicadas por la presencia de especies como el pasto simbol (*Pennisetum frutescens*), aibe (*Elionurus muticus*), cadillo (*Cenchrus myosuroides*), especies de *Chloris*, *Schyzachrium*, *Botriochloa* y *Eragrostis*, se pasa a una condición de pastizal regular a pobre, donde domina en forma exclusiva el aibe, terminando en una condición pobre a subpobre con la invasión de especies leñosas (Kunst 1982). En el presente estudio, no se tuvieron en cuenta la presencia de arbustos mayores a 1,5 m por lo que no se contaría con la información completa para determinar la condición actual de ambos pastizales.

Al analizar la cobertura de las especies palatables (Fig. 8), la misma resultó estadísticamente diferente entre sitios con distintas presiones de pastoreo ($p=0,0009$). Al considerar la variación en la cobertura de especies palatables a lo largo del año, los resultados también arrojaron diferencias significativas ($p=0,0229$), con valores promedios que variaron entre 10 y 30 % en los sitios con baja presión de pastoreo y entre 2 y 11% para los sitios con alta presión. Los resultados del ANOVA no arrojaron interacción entre fecha y carga ($p=0,4635$). Estos resultados se condicen con los obtenidos por Morici y colaboradores (2003) que, al evaluar el efecto de diferentes presiones de pastoreo (en función de la distancia a las aguadas) sobre atributos estructurales de los pastizales pampaeanos del Caldenal, obtuvieron las mayores diferencias en las coberturas de especies palatables y los mayores valores a distancias más alejadas de las aguadas.

En el análisis de la productividad primaria neta aérea (PPNA), se pudo observar que con ambas metodologías los valores fueron mayores en los pastizales sometidos a una baja presión de pastoreo en la gran mayoría de las fechas, salvo en el mes de marzo en que las relaciones se invirtieron. Sin embargo estas diferencias no fueron significativas estadísticamente ($p=0,1432$ para el método del rebrote y $p=0,1452$ para el método de la diferencia de biomasa), por lo que podría decirse que no existe efecto de la presión de pastoreo sobre la PPNA. Sí hubieron diferencias significativas estadísticamente ($p=0,0157$) al analizar la variación de la PPNA a lo largo del año por el método del rebrote (Fig. 9). Para el caso del método de la diferencia de biomasa no se obtuvieron diferencias significativas ($p=0,0858$) (Fig. 10). Los valores obtenidos por ambos métodos, arrojan un pico de producción en la estación húmeda estival coincidente con la concentración de las precipitaciones, y un mínimo de productividad a fines de la estación seca invernal, cuando se alcanza el máximo déficit hídrico. La mayor parte de los estudios sobre PPNA en pastizales de todo el mundo se encuentran enfocados en el efecto de la herbivoría vs no herbivoría, en donde los resultados han sido variables (Rusch & Oesterheld 1997; Altesor et al. 2005; López Mársico & Altesor 2011). Rusch y Oesterheld (1997) encontraron que bajo pastoreo un pastizal redujo su PPNA en un factor cercano a 7 comparado con la clausura. Mientras que Altesor y colaboradores (2005) hallaron que bajo pastoreo el pastizal aumento un 51,3% su PPNA. Sin embargo, pocos estudios se han focalizado en analizar el efecto de diferentes presiones de

pastoreo sobre la PPNA y en menor medida sobre pastizales de la región semiárida chaqueña. Los pocos estudios que analizan la PPNA para esta región lo hacen usando sensores remotos que miden el Índice Verde Normalizado (IVN) (Zerda & Tiedemann 2010; Tiedemann 2015) o a través de modelos bioclimáticos que relacionan precipitaciones con productividad (Del Grosso et al. 2008). A partir de estos estudios, se estableció la PPNA de pastizales naturales de la Región del Chaco Seco en unos $5750 \text{ kg MS.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ (Rueda et al. 2013). Los valores promedios de PPNA obtenidos en el presente trabajo, se ubicaron en $7928,0 \text{ kg MS.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ para el método de la diferencia de biomasa y en $9021,27 \text{ kg MS.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ por el método del rebrote. La diferencia hallada entre los diferentes métodos, pueden deberse al efecto de estimulación al crecimiento que ejerce el corte de las matas. Las escasas diferencias entre los sitios comparados en cuanto a los valores de PPNA, se deberían a la alta participación de la especie dominante (*Elionurus muticus*) ya que la misma no resulta palatable en estados avanzados de desarrollo y no se vio afectada por la herbivoría, salvo por el mayor pisoteo y tránsito de animales en proximidades a las aguadas. Por lo tanto, de acuerdo a la hipótesis propuesta por Sala et al. (1996) del “rango de abundancia de las especies” para explicar la relación entre la riqueza y PPNA, al predominar en los pastizales una especie que no resulta consumida con estados de desarrollo avanzado, la mayor presión de herbivoría se ejercería sobre las especies presentes en la intermata, afectando poco a la PPNA total del sistema.

Los resultados del ANOVA para la variable biomasa total, no mostraron diferencias significativas en cuanto a los diferentes sitios ($p=0,2737$), pero sí diferencias significativas al comparar las fechas de muestreo ($p=0,0015$). Al separar los componentes biomasa y necromasa, tampoco se observaron diferencias en cuanto a la influencia del tratamiento Carga ($p=0,421$ y $p=0,2529$ para biomasa y necromasa respectivamente) y sí diferencias a lo largo de las diferentes fechas ($p=0,0012$ y $p=0,0023$ para biomasa y necromasa). La biomasa total fue mayor para el sitio de baja carga entre los meses de agosto y enero y mayor para el sitio de alta carga entre los meses de marzo y julio (Fig. 11). Las pocas diferencias encontradas al analizar el efecto de la presión de pastoreo podría deberse a la dominancia del aibe sobre las demás especies y que al no resultar consumida, produjeron grandes cantidades de biomasa que ocultan el efecto sobre las especies consumidas. La dinámica de la biomasa verde tuvo un comportamiento similar a la PPNA calculada por el método del rebrote, mientras que la necromasa tuvo una tendencia creciente al igual que la biomasa total y de forma similar a lo hallado por De Wysiecky (1993) en los pastizales de la región semiárida de La Pampa. La tendencia de la biomasa total que resultó mayor en los sitios con alta carga entre los meses de marzo y julio, se explicaría por el aumento de la necromasa. Resultados similares fueron hallados por otros investigadores en pastizales de la región pampeana (Cano 1969; Maceira y Verona 1982; Deregibus y Cauhépé 1983). Los mayores valores de biomasa verde se alcanzaron en el mes de enero para el sitio de baja carga ganadera (con un valor de algo más de 400 g.m^{-2}) y en el mes de marzo para el sitio con alta carga ganadera, que superó al sitio de baja carga y alcanzó un valor de 500 g.m^{-2} (Fig. 12). Estas diferencias podrían deberse en

principio, a la gran cantidad de cobertura de suelo en los sitios de baja carga y poca disponibilidad de espacio libre entre matas, que llevaría a una rápida saturación de intercepción de la radiación, limitando nueva producción de material verde. En cambio, al analizar la evolución de la necromasa, se pudo observar que para los sitios de baja carga se mantuvo más constante a lo largo del año, mientras que para los sitios de alta carga la misma aumentó desde un mínimo de 200 g.m^{-2} a un máximo de 800 g.m^{-2} (Fig. 13). Esta amplia variación en los valores de necromasa, se podrían explicar por las diferencias halladas en cuanto a análisis de suelo (Tabla 2) que arrojó un menor contenido de materia orgánica en los sitios de alta carga ($10,1 \text{ Mg.ha}^{-1}$ vs $17,3 \text{ Mg.ha}^{-1}$). También se encontraron diferencias en cuanto a la clase textural de los suelos de ambos sitios, en donde los de alta carga tuvieron un suelo arenofranco y los de baja carga un suelo franco-arenoso. Esto traería aparejado una menor retención hídrica en los sitios de alta carga, que llevaría a una acelerada senescencia de las plantas. Es de destacar a su vez, las diferencias encontradas en el contenido del Carbono Orgánico Particulado (COP) entre ambos sitios ($1,1 \text{ Mg.ha}^{-1}$ vs $4,8 \text{ Mg.ha}^{-1}$), ya que el mismo representa la fracción más sensible a los efectos de los diferentes usos de la tierra (Six et al. 2003), y estaría indicando un menor aporte de restos vegetales o pérdida del mismo antes de su incorporación y descomposición en el suelo.

Existe un amplio debate a nivel mundial sobre la compatibilidad de la ganadería con la conservación, con autores que sostienen la existencia de efectos positivos (Rook et al. 2004; Quétier et al. 2007) y otros que atribuyen efectos negativos (Lunt et al. 2007). En general se acepta que la misma dependerá de varias características propias del sitio evaluado, que hacen que cada lugar responda de manera diferente. Las principales características a tener en cuenta son la productividad del sitio y la historia evolutiva del pastoreo a la que ha sido sometido dicho sitio (Milchunas et al. 1988, Cingolani et al. 2005a, Cingolani et al. 2008). Toda la ecoregión del Gran Chaco presentaría una larga historia evolutiva de pastoreo, ya que existen estudios paleontológicos documentados por Bucher (1987) y Owen-Smith (1988), que comprueban la presencia de mega herbívoros en el pasado. En cuanto a la productividad, se establece que un valor anual de $200 \text{ g.MS.m}^{-2.\text{año}^{-1}}$ separaría los sitios de alta y los de baja productividad (Cingolani et al. 2005b). De acuerdo a los valores de PPNA que arrojan los modelos para la zona de estudio (Zerda & Tiedemann 2010; Rueda et al. 2013; Tiedemann 2015), la misma presentaría una alta productividad. Por lo tanto, de acuerdo a los resultados y a lo que plantea la bibliografía, podría decirse que existe una alta compatibilidad entre la ganadería y los objetivos de conservación del Parque Nacional Copo y que podría ser beneficioso la presencia del ganado para aumentar la riqueza de especies de los pastizales, sin afectar las principales características de funcionamiento del mismo como la PPNA o la biomasa y sus diferentes compartimientos. En el mismo sentido, la ganadería no estaría modificando radicalmente la estructura y la productividad del ensamble de plantas leñosas y herbáceas que crecen en la unidad de vegetación del bosque chaqueño (Trigo et

al. comunicación personal), sugiriendo así que el sistema chaqueño presentaría cierta resiliencia a la presencia de ganado vacuno, al menos para las cargas ganaderas y condiciones ambientales de los años estudiados.

Sin embargo, es importante mencionar que el presente estudio no contempló las variaciones interanuales que pueden existir en la zona ya que se limitó a evaluar las variables analizadas durante un año. Es esperable observar diferencias en cuanto al efecto de la presión de pastoreo en años secos, sobre todo si se tiene en cuenta las diferencias en cuanto a características edáficas encontradas. En este sentido, es difícil afirmar que las diferencias en cuanto a análisis de suelo halladas entre los sitios sean consecuencias de la presión de pastoreo.

CONCLUSIONES

La ganadería en el Parque Nacional Copo se realiza desde antes de su creación en forma extensiva usando tanto el pastizal como el bosque. El uso de los pastizales estuvo asociado a la práctica de la quema, que permite por un lado controlar el proceso de arbustización y por otro favorecer el rebrote de la especie dominante que es el aibe (*Elionurus muticus*), haciéndola así palatable y aprovechable por el ganado.

Los resultados del presente estudio apoyan la idea de que no existe influencia de la presión de pastoreo sobre la riqueza de especies, los distintos compartimientos de la biomasa ni la PPNA, pero sí existe una influencia sobre la composición florística, ya que los sitios con alta presión ganadera mostraron una menor cobertura de especies palatables. Esto estaría relacionado a estrategias de las plantas para tolerar el pastoreo, ya que ninguna de las especies presentes (salvo *Chloris virgata*) contaría con crecimiento estolonífero, que es la estrategia adaptativa más eficiente de tolerancia al pastoreo.

Si bien el estudio no tuvo en cuenta la presencia de arbustos en los pastizales, es importante mencionar que existe una aparente arbustización del pastizal sobre los sitios con alta presión de pastoreo preferentemente, que estaría afectando la dinámica del pastizal y llevando a una posible pérdida del mismo. Este fenómeno estaría relacionado con las limitaciones para la práctica de las quemas, que impide además el uso de la especie dominante y lleva al ganado a presionar sobre otras especies palatables. Se sugiere un análisis integral del tema que contemple un correcto diagnóstico del problema con las soluciones más acordes a los objetivos del área protegida.

Las prácticas de manejo sugeridas para un correcto uso del recurso forrajero deberían contemplar la construcción de un mayor número de aguadas con una distribución equidistante de los distintos pastizales y la posibilidad de una separación de “potreros”, para un correcto descanso de las especies pastoreadas. Un correcto ajuste de la carga en función de la PPNA debe ser llevada a cabo todos los años, para evitar el sobrepastoreo de algunos sectores particulares y ajustar en forma eficiente la demanda forrajera con la oferta de los recursos bases. Se sugiere además un seguimiento de las características del suelo para determinar si se trata de un proceso de erosión y pérdida de materia orgánica como consecuencia del manejo.

TABLAS Y FIGURAS

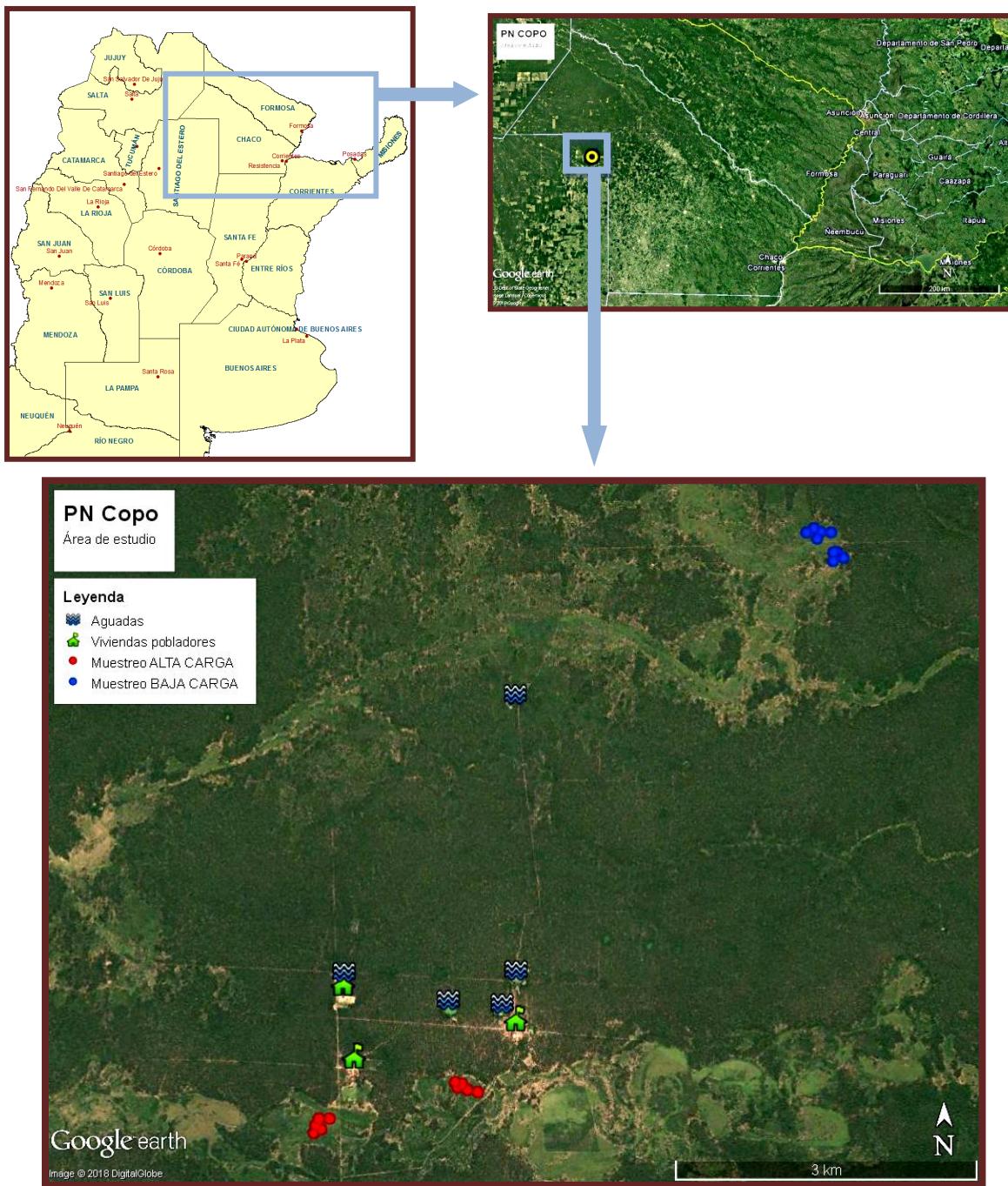


Fig. 1. Área de estudio en el que se aprecian la ubicación de viviendas de los pobladores, aguadas y de las parcelas en los pastizales con distintas presiones de pastoreo.



Fig. 2. Pastizales de paleocauces dominados por aibe (*Elionurus muticus*) sometido a pastoreo.



Fig. 3. Medición de cobertura mediante el método de Daubenmire dentro de la jaula de exclusión.

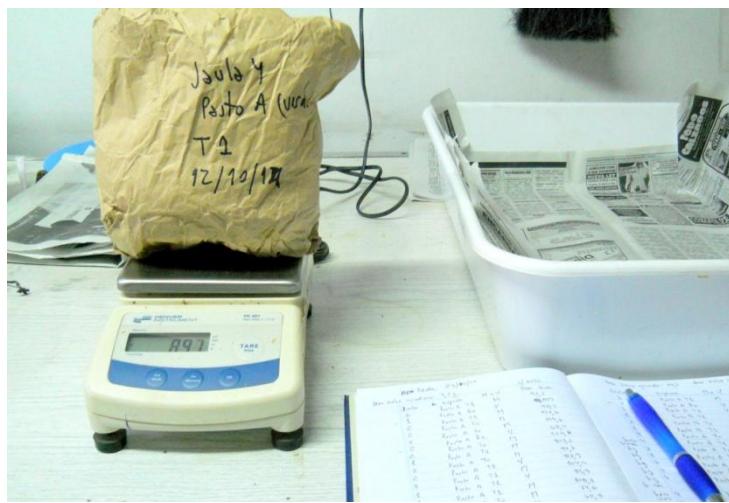


Fig. 4. Pesado de las muestras secadas en estufa, en las instalaciones del Instituto Agrotécnico "P. Fuentes Godo" – FCA - UNNE.

Tabla 1. Número de cuadros y sus respectivos valores de cobertura utilizado para la medición de cobertura por la metodología de Daubenmire (1959).

Nº de cuadros cubiertos	% de cobertura
¼	1,39
½	2,78
1	5,55
2	11,1
3	16,65
4	22,2
5	27,75
6	33,3
7	38,85
8	44,4
9	49,95
10	55,5
11	61,05
12	66,6
13	72,15
14	77,7
15	83,25
16	88,8
17	94,35
18	99,9

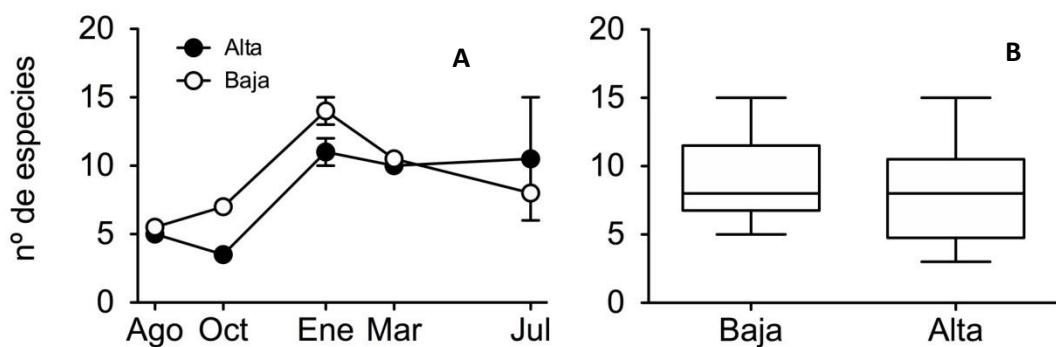


Fig. 5. Número de especies para ambas presiones de pastoreo a lo largo del año (A) y promediando todas las fechas (B). En el panel A se muestran valores promedios ± 1 EE.

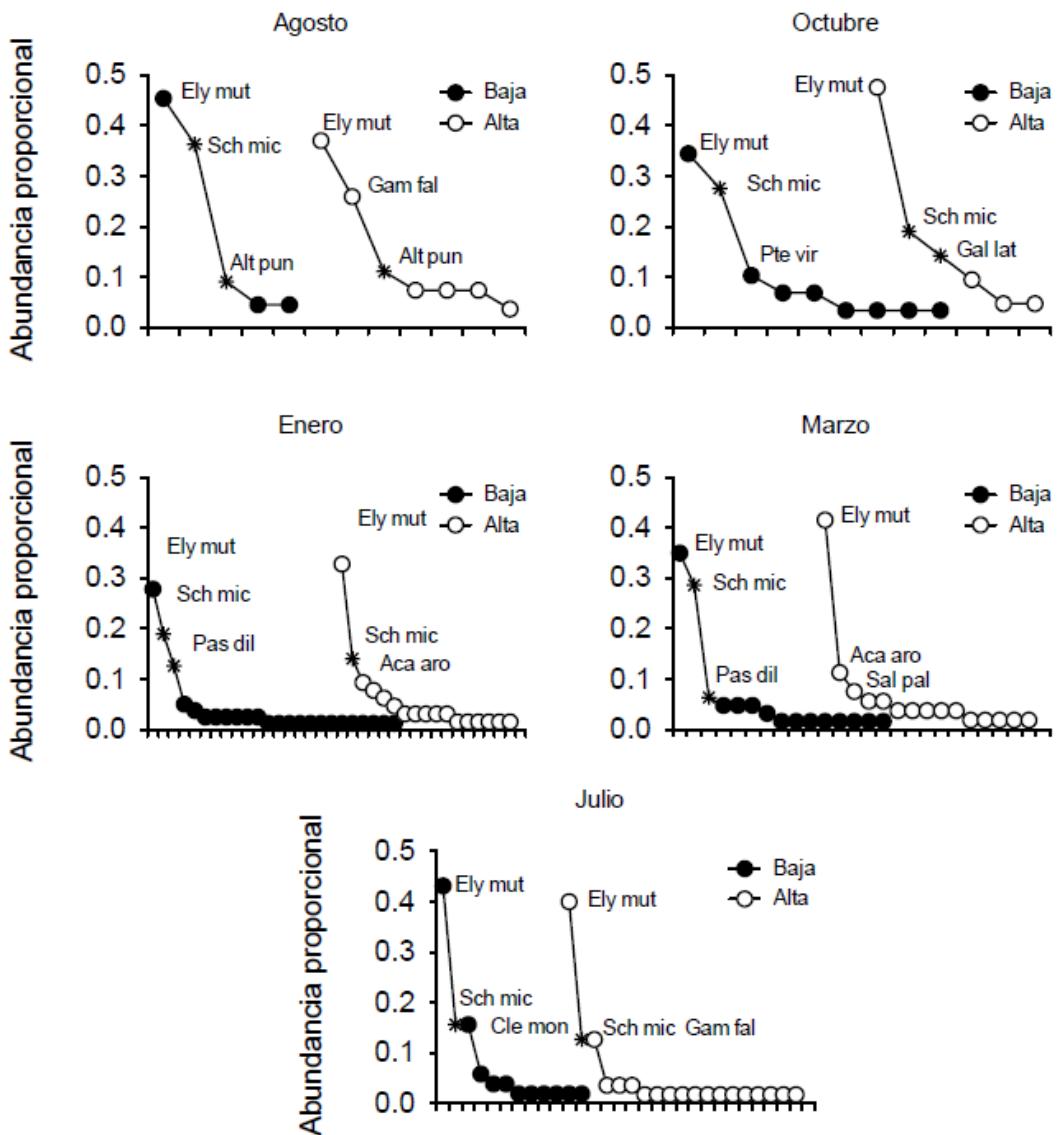


Fig. 6. Curvas de rango-abundancia para cada una de las fechas de muestreos en los sitios con alta y baja presión de pastoreo de los pastizales del Parque Nacional Copo. Las especies palatables se identificaron con un asterisco.

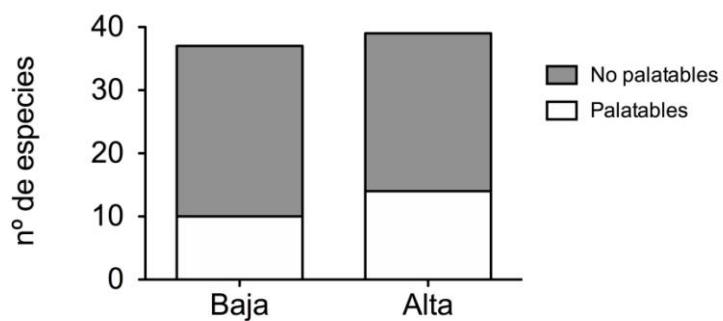


Fig. 7. Número de especies para ambas presiones de pastoreo diferenciando especies palatables y no palatables.

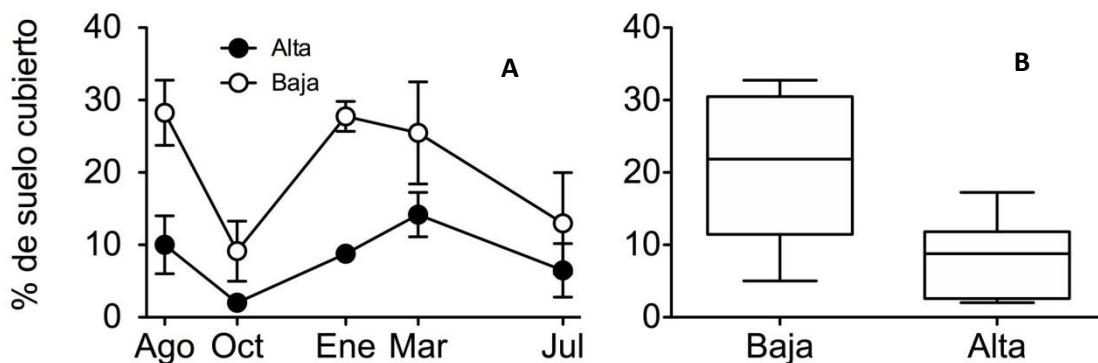


Fig. 8. Porcentaje de cobertura del suelo por especies palatables para ambas presiones de pastoreo a lo largo del año (A) y promediando todas las fechas (B). En el panel A se muestran valores promedios ± 1 EE.

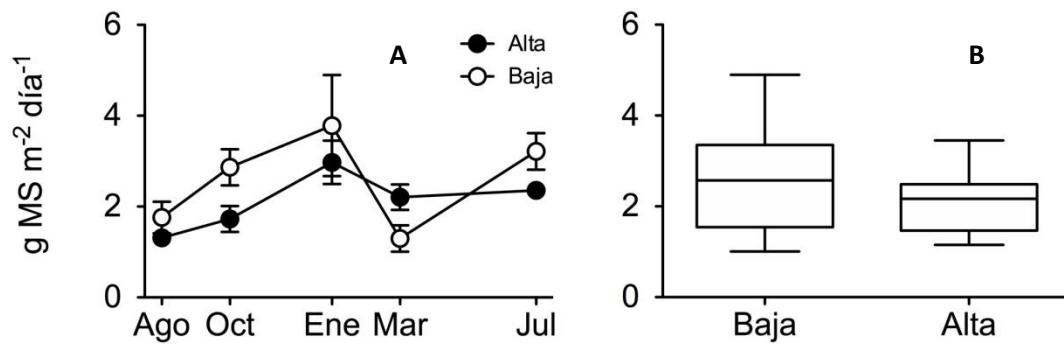


Fig. 9. Productividad primaria neta aérea (PPNA) por el método del rebrote para ambas presiones de pastoreo a lo largo del año (A) y promediando todas las fechas (B). En el panel A se muestran valores promedios ± 1 EE.

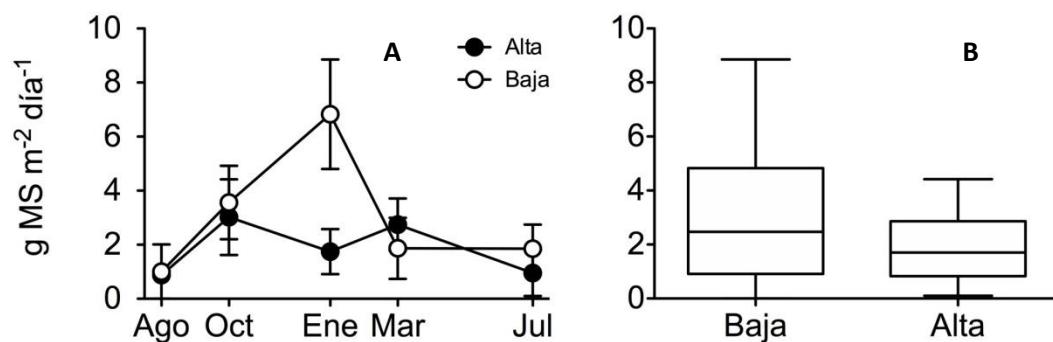


Fig. 10. Productividad primaria neta aérea (PPNA) por el método de la diferencia de biomasa para ambas presiones de pastoreo a lo largo del año (A) y promediando todas las fechas (B). En el panel A se muestran valores promedios ± 1 EE.

Tabla 2. Resultados de análisis de suelo de los pastizales de alta y baja carga, en el que se aprecian la clase textural determinada y los valores de Carbono Orgánico Total (COT), Carbono Orgánico Particulado (COP) y Carbono Orgánico asociado a la fracción Mineral (COM). Gentileza del Instituto Agrotécnico “P. Fuentes Godo” – FCA-UNNE.

Muestra	Clase textural	COT	COP	COM	Den. Ap.
		Mg. ha ⁻¹			g/cm ³
ALTA CARGA	Areno-franco	10,1	1,1	5,5	1,23
BAJA CARGA	Franco-arenoso	17,3	4,8	7,0	1,14

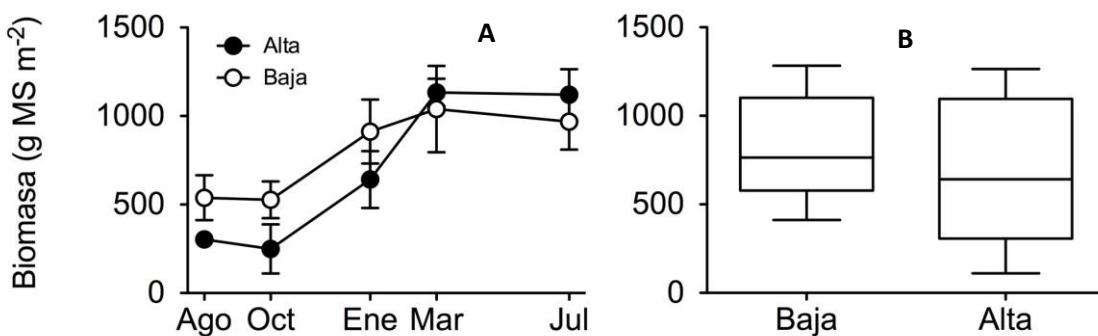


Fig. 11. Biomasa total para ambas presiones de pastoreo a lo largo del año (A) y promediando todas las fechas (B). En el panel A se muestran valores promedios \pm 1 EE.

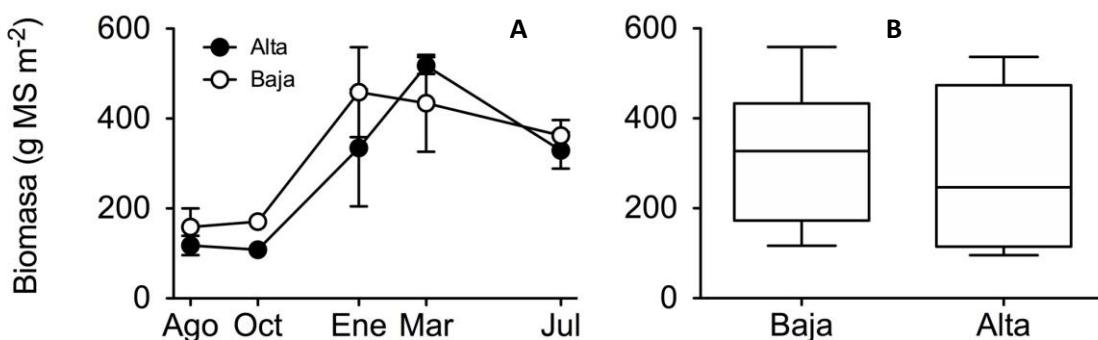


Fig. 12. Biomasa verde para ambas presiones de pastoreo a lo largo del año (A) y promediando todas las fechas (B). En el panel A se muestran valores promedios \pm 1 EE.

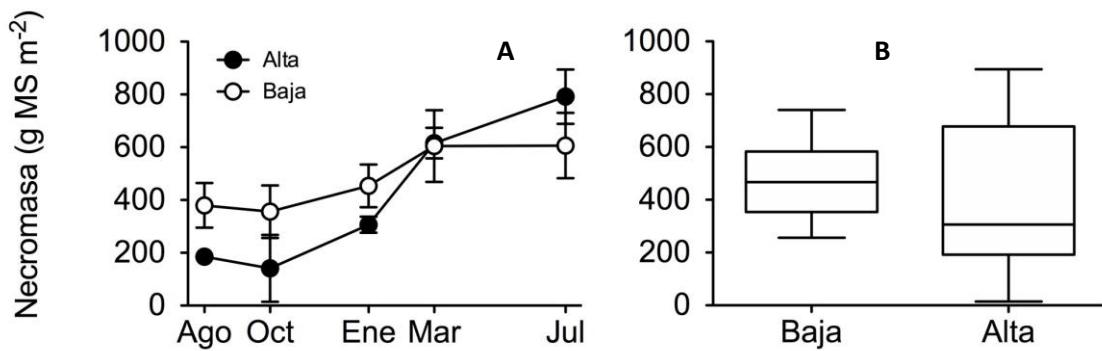


Fig. 13. Necromasa para ambas presiones de pastoreo a lo largo del año (A) y promediando todas las fechas (B). En el panel A se muestran valores promedios ± 1 EE.

BIBLIOGRAFÍA

- Adler, P. B.; Milchunas, D. G.; Sala, O. E.; Burke, I. C. & W. K. Lauenroth. 2005. Plant traits and ecosystem grazing effects: comparison of US sagebrush steppe and patagonian steppe. *Ecol. Appl.* 15: 774- 792.
- Altesor, A.; Oesterheld, M.; Leoni, E.; Lezama, F. & C. Rodríguez. 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecology* 179: 83-91.
- Altesor, A.; Piñeiro, G.; Lezama, F.; Jackson, R. B.; Sarasola, M. & J. M. Paruelo. 2006. Ecosystem changes associated with grazing removal in sub-humid grasslands of South America. *Journal of Vegetation Science* 17: 323-332.
- Anderson, D. 1980. Apuntes del II Curso de Manejo de Pastizales Naturales. INTA EEA Villa Mercedes, San Luis.
- Ares, J. O. 2007. Systems valuing of natural capital and investment in extensive pastoral systems: Lessons from the Patagonian case. *Ecological Economics* 62: 162-173.
- MEyFP. 2013. Plan de Competitividad Conglomerado Bovino de la provincia de Santiago del Estero. Secretaría de Política Económica del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la República Argentina, 42p.
- Bisigato, A. J. 2000. Dinámica de la vegetación en áreas pastoreadas del extremo austral de la Provincia Fitogeográfica del Monte. Tesis Doctoral en Ciencias Agropecuarias, UBA, 163 p.
- Bordon, A. U. 1981. Aprovechamiento forrajero de especies leñosas y herbáceas. Conferencia en las Jornadas sobre los Recursos Naturales del Chaco Árido y Semiárido. Colegio de Ingeniería Agronómica de Santiago del Estero.
- Bucher, E. 1982. Chaco and Caatinga: South American arid savannas, woodlands and thickets. En: Huntley B & B Walker (eds) *Ecology of tropical savannas*: 48-79. Springer-Verlag, Berlín, Germany.
- Bucher, E. H. 1987. Herbivory in arid and semi-arid regions of Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 60:265-273.
- Burkart, A. 1969. Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte II: Gramíneas. INTA, Colección Científica, Tomo VI, Parte II. INTA.
- Cabrera, A. 1970. Flora Ilustrada de la Provincia de Buenos Aires. Colección Científica, Parte II: Gramíneas. INTA.

- Cano, E. 1969. Dinámica de la vegetación de un pastizal de planicie de La Pampa. RIA Serie 2-6 (12): 193-223.
- Casas, R. R. & R. E. Godagnone. 2006. Los suelos de la región chaqueña. En: MOLINA, A. M. & Z. E. RÚGOLO de AGRASAR (Eds.). Flora Chaqueña: Gramíneas. Colecc. Ci. Inst. Nac. Tecnol. Agropecu. 23:i-viii + 848 pp.
- Cerqueira, E. D.; Saenz, A.M. ; Rabotnikof, C.M.; Fernandez, B. & C. Chirino. 2000. Dietas de vacunos en pastoreo sobre dos condiciones del bosque de caldén. Actas de la XVI Reun. Lat. de Prod. Animal (VersiónCD alpa\ Trabajos\ Nutrición\ NR 35. htm) Montevideo, Uruguay.
- Chaneton, E. J. & J. M. Facelli. 1991. Disturbance effects on plant community diversity: spatial scales and dominance hierarchies. *Vegetatio* 93: 143-155.
- Cingolani, A. M.; Posse, G. & M. B. Collantes. 2005a. Plant functional traits, herbivore selectivity and response to sheep grazing in Patagonian steppe grasslands. *J. Appl. Ecol.* 42:50-59.
- Cingolani, A. M., Noy-Meir I. & S. Díaz. 2005b. Grazing effects on rangeland diversity: a synthesis of contemporary models. *Ecol. Appl.* 15:757-773.
- Cingolani, A. M.; Noy-Meir, I.; Reninson, D. D. & M. Cabido. 2008. La ganadería extensiva, ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos? *Ecología Austral* 18: 253-271.
- Clayton, W. D. & S. A. Renvoize. 1986. Genera Graminum. Kew Bull. Add. Ser. 13. 389 pp.
- Coppolillo, P.B. 2000. The landscape ecology of pastoral herding: spatial analysis of land use and livestock production in East Africa. *Human Ecology* 28:527-559.
- Coronel de Renolfi, M. & M. M. Brassiolo. 2008. Uso de sistemas silvopastoriles en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Copo, Santiago del Estero. Un análisis económico. *Revista de Ciencias Forestales – Quebracho* N°16 (69 – 83).
- Danckwerts, J. 1989. Animal Performance. En Veld management in the Eastern Cape. Pasture Research Section, Eastern Cape Region. Department of Agriculture and Water Supply. Cap. 6, pp.53-55.
- Daubenmire, R. 1959. A Canopy-coverage method of vegetational analysis. *Northeast Science* 33:43-64
- De Wysiecki, M. L. 1993. Productividad primaria neta aérea de un pastizal natural de la provincia de La Pampa, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 69 (1): 23-29. 1993.
- Del Grosso, S.; Parton, W.; Stohlgren, T.; Zheng, D.; Bachelet, D.; Prince, S.; Hibbard, K. & R. Olson. 2008. Global potential net primary production predicted from vegetation class, precipitation and temperature. *Ecology* 89(8): 2117-26.

- Deregbus, V. A. & M. A Cauhépé. 1983. Pastizales naturales de la Depresión del Salado: utilización basada en conceptos ecológicos. *RIA* 18 (1): 47-78.
- Diaz, H. B. & E. Bragadin. 1965. Las zonas ganaderas de la Provincia de Tucumán y sus recursos forrajeros. Bol. N° 98. Estación Experimental Agrícola de Tucumán.
- Distel, R. A.; Didone, N.G. & A. S. Moretto. 2000. Variaciones estacionales del contenido de proteína, fibra y lignina en *Stipa clarazii*, *Stipa brachichaeta*, y *Stipa gyneriodes*. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 20: 142-143.
- DRNOA - APN. 2005. Plan de Manejo del Parque Nacional Copo. Proyecto Conservación de la Biodiversidad APN/GEF/BIRF.
- Dyksterhuis, E. J. 1949. Condition and Management of Range Land Based on Quantitative Ecology. *Journal of Range Management* Vol. 2, No. 2, p104-115.
- Facelli, J. M. 1988. Response to grazing after nine years of cattle exclusion in a Flooding Pampa grassland, Argentina. *Vegetatio* 78: 21-25.
- Facelli, J. M.; León, R. J. C. & V.A. Deregbus. 1988. Community structure in grazed and ungrazed grassland sites in the Flooding Pampa, Argentina. *Am. Midl. Nat.* 121: 125-133.
- FAO. 2010. Ganadería Bovina en América Latina. Informe técnico, Santiago de Chile, Chile. 148 p.
- Feinsinger, P. 2004. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 242 p.
- Friedel, M. H. 1997. Discontinuous change in arid woodland and grassland vegetation along gradients of cattle grazing in central Australia. *Journal of Arid Environments*. 37:145-164.
- Gelid, F. L. 2008. *Panorama de la Ganadería en los diferentes ambientes de la provincia de Santiago del Estero. Primer Seminario de Ganadería Santiagueña*. pp. 6-7. Año.
- Golluscio, R. A.; Deregbus, V. A. & J. M. Paruelo. 1998. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8:265-284.
- Grime, J. P. 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature* 242:344-347.
- James, C. D.; Landsberg, J. & S. R. Morton. 1999. Provision of watering points in the Australian arid zone: a review of effects on biota. *J. Arid. Environ.* 41:87-121.
- Kemp, D. R. & D. L. Michalk. 2007. Towards sustainable grassland and livestock management. *Journal of Agricultural Science*. 145:543-564.

- Knapp, A. K. & T. R. Seastedt. 1986. Detritus accumulation limits productivity of tallgrass prairie. *BioScience* 36 (10):662-668.
- Kunst, C. 1982. Descripción, ecología, valor nutritivo, calidad y valor forrajero de algunas gramíneas del campo natural de la Provincia de Santiago del Estero. Recopilación bibliográfica. INTA EERA Famaillá.
- Kunst, C.; Bravo, S.; Moscovich, J. H.; Godoy, J. & S. Vélez. 2003. Fecha de aplicación de fuego y diversidad de herbáceas en una sabana de *Elionurus muticus* (Spreng) O. Kuntze. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 105-115.
- Kunst, C.; Monti, E.; Pérez H. & J. Godoy. 2006. Assessment of the rangelands of southwestern Santiago del Estero, Argentina for grazing management and research. *Journal of Environmental Management* 80: 248-265.
- Kunst, C.; Ledesma, R.; Monti, E.; Casillo J. & J. Godoy. 2007. Gramíneas indicadoras de condición en sitios de pastizal del sudoeste de Santiago del Estero. *RIA* 36 (1): 33-61. Abril 2007. INTA, Argentina.
- Landsberg, J.; James, C. D.; Maconochie, J.; Nicholls, A. O.; Stol J. & R. Tynan. 2002. Scale-related effects of grazing on native plant communities in an arid rangeland region of South Australia. *Journal of Applied Ecology* 2002 39:427- 444.
- Landsberg, J.; James, C. D.; Morton, S. R.; Muller, W. J. & J. Stol. 2003. Abundance and composition of plant species along grazing gradients in Australian rangelands. *J. Appl. Ecol.* 40:1008-1024.
- Ledesma, R.; Saracco, F.; Coria, R. D.; Epstein, F.; Gomez, A.; Kunst, C.; Ávila, M. & J.F. Pensiero. 2017. Guía de forrajeras herbáceas y leñosas del chaco seco: identificación y características para su manejo. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires.
- Lezama, F.; Baeza, S.; Altesor, A.; Cesa, A.; Chaneton, E. J. & J. M. Paruelo. 2014. Variation of grazing-induced vegetation changes across a large-scale productivity gradient. *Journal of Vegetation Science* 25: 8–21.
- Lopéz Mársico, L. & A. Altesor. 2011. Relación entre la riqueza de especies vegetales y productividad en pastizales naturales. *Ecología Austral* 21:101-109.
- Lunt, I. D.; Eldridge, D. I.; Morgan, J. W. & G. Bradd Witt. 2007. A framework to predict the effects of livestock grazing and grazing exclusion on conservation values in natural ecosystems in Australia. *Aust. J. Bot.* 55:401-415.
- Maceira, N. O. & C. A. Verona. 1982. Restablecimiento del canopeo en un pastizal natural frente a perturbaciones experimentales de distinta naturaleza. *Rev. Facul. De Agronomía (UBA)*, 3 (1): 81-93.

- McNaughton, S. J. 1984. Grazing lawns: animals in herds, plant form and coevolution. *Am. Nat.* 124: 863-887.
- McNaughton, S. J.; Oesterheld M.; Frank D. A. & K. J. Williams. 1989. Ecosystem-level patterns of primary productivity and herbivory in terrestrial habitats. *Nature* 341:142–144.
- Milchunas, D. G.; Sala, O. E. & W. K. Lauenroth. 1988. A generalized model of effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *Am. Nat.* 132:87-106.
- Milchunas, D. G. & W. K. Lauenroth. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecol. Monogr.* 63: 327-366
- Morello, J. & J. Adámoli. 1974. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Segunda parte. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Serie Fitogeográfica No. 13, Buenos Aires, Argentina. 130 pp.
- Morello, J. & C. Saravia-Toledo. 1959. El bosque chaqueño I y II. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 3: 5-81/209-258.
- Morici, E.; Ernst, R.; Kin, A.; Estelrich, D.; Mazzola, M. & S. Poey. 2003. Efecto del pastoreo en un pastizal semiárido de Argentina según la distancia a la aguada. *Archivos de zootecnia* vol. 52, núm. 197, p. 60.
- Nicora, E. G. & Z. E. Rugolo de Agrasar. 1987. Los géneros de gramíneas de América Austral. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 611 pp.
- O'Neill, R. V.; Harris, W. F.; Ausmus, B. S. & D. E Reichle. 1975. A theoretical basis for ecosystem analysis with particular reference to element cycling. En *Mineral Ciclyng in Southeastern Ecosystems*. Eds. F. G. Howell, J. B. Gentry y M. H. Smith. Technical Information Center Energy Research and Development Administration: 28-40.
- Oesterheld, M. & O. E. Sala. 1990. Effects of grazing on seedling establishment: the role of seed and safe-site availability. *J. Veg. Sci.*, 1: 353-358.
- Osem, Y.; Perevolotsky, A. & J. Kigel. 2004. Site productivity and plant size explain the response of annual species to grazing exclusion in a Mediterranean semi-arid rangeland. *J. Ecol.* 92: 297-309.
- Owen-Smith. 1988. Megaherbivores: The influence of very large body size on ecology. Cambridge University Press (Cambridge Studies in Ecology Series), 369 pp.
- Parsch, L. D.; Popp, M. P. & O. J. Loewer. 1997. Stocking rate risk for pasture-fed steers under weather uncertainty. *Journal of Range Management* 50:541-549.

- Quétier, F.; Thébault, A. & S. Lavorel. 2007. Plant traits in a state and transition framework as markers of ecosystem response to land-use change. *Ecol. Monogr.* 77:33-52.
- Renolfi, R. F. 1992. Los pastizales de la Región Chaqueña. En: Jornadas de Actualización Técnica en Producción Bovina en Áreas de Secano de Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina, p 17-26.
- Rodríguez, C.; Leoni, E.; Lezama, F. & A. Altesor. 2003. Temporal trends in species composition and plant traits in natural grasslands of Uruguay. *Journal of Vegetation Science* 14: 433-440.
- Rook, A. J.; Dumont, B.; Isselstein, J.; Osoro, K.; Wallis de Vries, M. F.; Parente, G. & J. Mills. 2004. Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures - a review. *Biol. Conserv.* 119:137-150.
- Rueda, C. V.; Baldi, G.; Verón S. R. & E. G. Jobbágy. 2013. Apropiación humana de la producción primaria en el Chaco Seco. *Ecología Austral* 23: 44-54.
- Rusch, G. M. & M. Oesterheld. 1997. Relationship between productivity, and species and functional group diversity in grazed and non-grazed Pampas grassland. *Oikos* 78: 519-526.
- Sala, O.E.; Oesterheld, M.; León, R. J. C. & A. Soriano. 1986. Grazing effects upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina. *Vegetatio* 67: 27-32.
- Sala, O.E.; Parton, W.; Joyce, L. & W. Lauenroth. 1988. Primary production of the central grassland region of the United States. *Ecology* 69: 40-45.
- Sala, O. E.; Lauenroth, W. K.; Mc Naughton, S. J.; Rusch, G. & X. Zhang. 1996. Biodiversity and ecosystem functioning in grasslands. Pp 129-149 en: Mooney, HA; JH Cushman; E Medina, OE Sala & ED Schulze (eds.). *Functional roles of biodiversity: a global perspective*. Wiley, Chichester, New York. EE.UU.
- Sala, O.E. & A.T. Austin. 2000. Methods of estimating aboveground net primary productivity. In: Sala O.E., R.B. Jackson, H.A. Mooney, R.W. Howarth. (Eds.), *Methods in Ecosystem Science*. Springer, New York, Berlin, Heidelberg, pp.31–43.
- Saravia, R. R. 2004. Diagnóstico Socio-Cultural y Productivo de cada familia. En: Informe para el Plan de Mitigación, P N Copo, proyecto Conservación de la Biodiversidad APN/BIRF, diciembre 2004.
- Senasa. 2017. Fecha de consulta: 27 febrero 2018. Disponible en: <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/informacion/informes-y-estadisticas>

- Six, J.; Bossuyt, H.; Degryze, S. & K. Denef. 2003. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil & Tillage Research* 79: 7-31.
- Tálamo, A.; Trucco, C. E. & S. M. Caziani. 2009. Vegetación leñosa de un camino abandonado del Chaco semiárido en relación a la matriz de vegetación circundante y el pastoreo. *Ecología Austral* 19:157-165.
- Tiedemann, J. L. 2015. Fenología y productividad primaria neta aérea de sistemas pastoriles de *Panicum maximun* en el Dpto. Moreno, Santiago del Estero, Argentina, derivada del NDVI Modis. *Ecol. apl.* Vol. 14 No 1, pp. 27-39
- Yahdjian, L. & O. E. Sala. 2011. El futuro de los pastizales sudamericanos. *INTERCIENCIA* Vol. 36 Nº 2.
- Zerda, H. R. & J. L. Tiedemann. 2010. Dinámica temporal del NDVI del bosque y pastizal natural en el Chaco Seco de la Provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* V. 6 N. 1
- Zuloaga, F. O.; Anton, A. & Z. Rugolo. 2012. Flora Argentina (Tomo 3, Vol. I y II). Córdoba. p 1011.