

CAPÍTULO 11

Sistemas silvopastoriles en la Pampa Deprimida, interacciones y efectos sobre los componentes

Heguy, B; Bolaños, V.A.; Fernández, F.; Mendicino, L.

Sistemas silvopastoriles en Argentina

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales y recursos forrajeros. Existen numerosas clasificaciones (Torquebiau, 1990) en las cuales tiene en cuenta el tipo de forestación (nativa o implantada), tipo de animal (ganado bovino, ovinos o herbívoros autóctonos) y el tipo de recurso forrajero (pastizal natural o pasturas implantadas). Los SSP implican coordinar diseños de plantación y prácticas silvícolas con la implantación de especies forrajeras o utilización de pastizales naturales, lo que genera diferentes tipos de interacciones y cierto nivel de competencia principalmente por agua, luz y nutrientes.

Los SSP son la modalidad de uso de la tierra más frecuente en amplias zonas de la Argentina que actualmente abarca 34 millones de hectáreas. Las regiones donde se encuentran más desarrollados estos sistemas son principalmente con bosques cultivados en Misiones, Corrientes, Neuquén y la zona del Delta bonaerense del río Paraná, mientras que su implementación en bosque nativo se concentra en la región Patagónica y Chaqueña. Los sistemas de pastoreo en los SSP de las diferentes regiones se diferencian por su grado de intensidad, desde los extensivos, caracterizados por largas extensiones de superficie y baja inversión de trabajo y capital hasta los intensivos, donde la incorporación de recursos y tecnologías permite principalmente mejorar la calidad y cantidad de forraje disponible para los animales (INTA, 2016).

En las provincias de Misiones y NE de Corrientes se concentra la mayor superficie forestal plantada con especies de rápido crecimiento del género *Pinus*, *Eucalyptus* y en menor medida otras latifoliadas como *Paulownia sp.*, *Melia sp.*, *Toona ciliata* y *Cordia trichotoma*. En Corrientes el desarrollo de los SSP, el pino híbrido se consocia con pasturas cultivadas, principalmente *Brachiaria spp.* y pastizales naturales, es una de las principales provincias con bosques cultivados del país con 6 millones de hectáreas de pastizales con ganadería pastoril. El sistema tradicional de cría en la provincia evolucionó a sistemas integrados de cría, recría e invernada. Inicialmente, la integración de los sistemas forestales y ganaderos estaba acotada al uso del ganado con el único fin de eliminar el material combustible y abarcaba solo el 25 por ciento del ciclo forestal. Luego, los productores ganaderos adoptaron los SSP como una alternativa para diversificar y mejorar la rentabilidad del sistema tradicional. Hoy, la provincia cuenta con alre-

dedor de 30 mil hectáreas bajo SSP compuestos por sistemas ganaderos de cría y/o recría y, en algunos casos, de ciclo completo. El desempeño productivo en términos de ganancias de pesos y reproductivos observados en los SSP son superiores a los sistemas ganaderos tradicionales para engorde de novillos (INTA, 2016). En Misiones el 20 por ciento de la superficie total forestal corresponde a los SSP, de las cuales los productores familiares representan el 15 por ciento, unas 50 mil hectáreas. Los productores familiares lo han adoptado por las numerosas ventajas tales como la reducción del estrés calórico de los animales por efecto de la sombra de los árboles y la obtención de madera de grandes dimensiones. También porque notaron el incremento de la productividad forrajera y su concentración proteica, como así también la disminución de los riesgos de incendio por el pastoreo, y un efecto menor de las heladas y sequías prolongadas sobre la pastura o pastizal (SIPIF, 2010).

En los bosques patagónicos de *Nothofagus antarctica* (ñire) se utilizan como SSP de manera extensiva (Peri, 2005). Existen evidencias que estos sistemas presentan ventajas comparativas a los sistemas ganaderos o forestales puros en el aspecto productivo, ambiental y social (Gargaglione et al., 2015; INTA, 2016). Aproximadamente el 70 por ciento de los bosques de ñire en la Patagonia tienen un uso silvopastoril con un escaso manejo integral en los establecimientos (ver Capítulo 6). De la superficie total forestada, la mayor actividad de la SSP con plantaciones se desarrolla en Neuquén. Entre las ventajas percibidas por los productores se destacan la protección que provee al ganado de los fuertes vientos o bajas temperaturas (principalmente en época de parición) y el aporte de forraje de calidad (Gargaglione et al. 2015; INTA, 2016).

La región Parque Chaqueño es la región forestal más grande del país donde se encuentran modalidades con poco manejo y planificación como la ganadería a monte que consiste, simplemente, en hacer pastar o ramonear los animales en el bosque nativo (ver Capítulo 6). Estas prácticas, repetidas durante décadas, alteran la estructura del bosque por su efecto directo sobre la regeneración, la calidad del suelo y el funcionamiento del ecosistema. En el otro extremo, se han difundido notablemente prácticas de alta intensidad en remoción de biomasa leñosa, como el desmonte selectivo con siembra de especies forrajeras megatérmicas con el fin de incrementar la producción de carne bovina. Este tipo de uso altera significativamente la estructura del bosque por dejar en pie árboles de las clases de tamaño mayores, no tiene en cuenta la reposición del estrato arbóreo ni la biodiversidad del ecosistema, y se suman prácticas que le dan mayor intensidad al tratamiento como repasos de rolados, agroquímicos y fuego. Se estima que existen alrededor de 6 millones de hectáreas que tienen algún tipo de uso silvopastoril, entre esos extremos (INTA, 2016).

En la provincia de Buenos Aires la región del Delta del Paraná cuenta con unas 80 mil hectáreas, de las cuales 60 mil se encuentran bajo manejo y otras 48 mil con potencial uso silvopastoril. El ingreso del ganado a las forestaciones de salicáceas de las islas del delta es una técnica ancestral; inicialmente, el pastoreo bajo plantaciones forestales se utilizaba para reducir la vegetación herbácea espontánea, minimizando el riesgo de ocurrencia de incendios de pastizales y forestales (INTA, 2016). Los pastizales del Delta presentan una gran riqueza florística,

constituyendo la principal fuente forrajera para los diferentes sistemas ganaderos de producción de carne (cría y ciclo completo) que se desarrollan en la región. El disturbio provocado por el pastoreo de ganado vacuno en las pasturas naturales espontáneas facilitó la instalación de especies valiosas desde el punto de vista forrajero (Casaubon et al., 2015). En esta región se ha comprobado que el establecimiento de árboles puede tener múltiples efectos sobre la producción y la biodiversidad de pastizales. Más allá de la diversificación de la producción, las plantaciones de especies forestales deciduas pueden llegar a albergar una buena fuente de forraje en su sotobosque, capaz de complementar a la de los pastizales naturales no forestados en calidad y cantidad y podrían favorecer a las especies invernales del estrato herbáceo, mejorando la disponibilidad de forraje en el período más crítico del año (del Clavijo et al., 2005) (ver Capítulo 7).

Interacciones entre los recursos forrajeros y los árboles

Entre los factores que en mayor medida determinan los procesos de competencia de ambos estratos, herbáceo y arbóreo están la luz seguido por la humedad y los nutrientes. Mientras que el primero afecta el crecimiento del estrato herbáceo los restantes determinan el comportamiento del componente arbóreo, aumentando la mortalidad durante el establecimiento y luego disminuyendo el crecimiento (Mead, 2009). En este sentido, el diseño y el manejo de densidad del rodal son los dos parámetros utilizados en el manejo de la competencia, principalmente por luz. El término pastura se define como la comunidad vegetal donde los árboles están ausentes o sólo presentes de manera esporádica y donde predominan las especies herbáceas (no leñosas), especialmente las gramíneas o pastos (Carillo, 2003). La habilidad de las especies para persistir y prosperar en una comunidad depende en gran medida de sus interacciones con otras especies. Entre ellas, la competencia es aquella interacción entre individuos debida a los requerimientos compartidos de un recurso cuya oferta es limitada que tiene efectos negativos sobre la supervivencia, crecimiento y/o producción de al menos uno de los individuos involucrados (Connell, 1990). La competencia por la luz puede llegar a influir negativamente sobre el valor nutritivo del forraje (Lin et al., 2001). Los factores ambientales como el sombreado provocan cambios en la distribución de nutrientes dentro de las plantas (An y Shangguan, 2008). En un recurso forrajero en fase de desarrollo vegetativo la distribución foliar del nitrógeno acompaña al gradiente de luz y entonces maximiza la fotosíntesis del canopy. Esta partición de nitrógeno, dependiente de la disponibilidad de luz, es beneficiosa porque la ganancia marginal de carbono por unidad invertida de nitrógeno es mayor a mayores niveles de irradiancia, para un dado contenido de nitrógeno (Hikosaka y Terashima, 1995). Los efectos del sombreado sobre la calidad del forraje podrían ser contrapuestos. En particular, las gramíneas responden al sombreado asignando más carbohidratos a la elongación de entrenudos y menos al crecimiento de las raíces. Como los tallos poseen una mayor proporción de componentes de la pared celular respecto de las hojas, estos son comparativamente menos digestibles que los del contenido celular (An y Shangguan, 2008).

El otro efecto del sombreado sobre la calidad del forraje consiste en el aumento del área foliar específica (AFE). Este aumento del AFE en ambientes sombreados coincide con una disminución del contenido hídrico y la densidad de sus tejidos, al mismo tiempo que aumentan el grosor de sus láminas foliares y el mesófilo (Meziane y Shipley, 1999). Por lo tanto, dado que el mesófilo es altamente digestible y los otros tejidos se degradan más lentamente al aumentar AFE el sombreado aumentaría la calidad del forraje, provocando un efecto contrario al de la elongación de los entrenudos antes mencionado. Dentro de las especies templadas tolerantes a la sombra se encuentran el pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), cebadilla criolla (*Bromus catharticus*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) (Maddaloni y Ferrari, 2005).

Efecto del árbol en el animal

Los sistemas de producción bovina en el país tienen gran importancia económica, se realiza en una amplia área del territorio nacional y en diferentes agroecosistemas. Las variables climáticas particulares de cada zona agroecológica como temperatura, precipitación, humedad relativa y vientos pueden afectar negativamente el desempeño de animales que no están adaptados a estas condiciones.

Las condiciones climáticas en que viven los animales pueden limitar su desempeño productivo y reproductivo, incluso pueden ser un factor de riesgo para la presentación de enfermedades. Los bovinos son animales homeotermos, tienen un rango de temperatura ambiente o zona confort en el cual pueden vivir, producir y reproducirse adecuadamente. La zona confort o zona de termoneutralidad varía según el tipo de raza o composición racial del animal, razas Bos Taurus presentan rangos entre 5 y 20° C (Cowan et al., 1993), mientras que en razas Bos Indicus, el ideal está entre 10 y 27°C. Los animales disipan el calor corporal mediante mecanismos como conducción, convección, radiación y evaporación, si estos mecanismos no son suficientes se inician cambios fisiológicos como la reducción del consumo voluntario de alimento y cambios metabólicos (secreción hormonal). Si los mecanismos no son suficientes para controlar la termorregulación el animal puede morir (Fraser et al., 1990; Johnson, 1987).

La temperatura es el principal factor en el estrés calórico, está asociada con la humedad relativa y radiación solar que afectan la disipación de calor del animal al ambiente (Johnson, 1987) en agroecosistemas húmedos este efecto es mayor y por ello se deben analizar estas variables a lo largo del año para determinar épocas críticas que pueden limitar el desempeño de los animales (Navas, 2008). Según Armendano et al. (2020) la intensidad y frecuencia de exposición a condiciones de estrés calórico (EC) en bovinos para carne en la provincia de Buenos Aires se ha incrementado entre 1980 y 2017, con un aumento acentuado en la última década analizada; principalmente en diciembre, enero y febrero registrándose el mayor incremento en diciembre y febrero. A su vez, se proyecta un aumento de la intensidad y de la frecuencia de exposición a condiciones de EC en el futuro cercano (2015-2039) y serían más evidentes en el futuro lejano (2075-2099).

El uso de árboles en los sistemas ganaderos tiene múltiples funciones; fuente de alimentación animal, recuperación de la fertilidad del suelo, regulador del balance hídrico, fijador de CO₂, entre otros; pero un efecto muy importante es la generación de microclimas en los potreros a través de las copas, permitiendo a los animales reducir el estrés calórico. Bajo la copa de los árboles se ha encontrado reducciones de temperatura entre 2 a 9° C con relación a la encontrada en áreas abiertas (Wilson y Ludlow, 1991; Reynolds, 1995).

Los sistemas silvopastoriles, a través de la producción de sombra, reducen el estrés calórico, Pezo e Ibraim (1998) mencionan tienen efectos positivos sobre el consumo voluntario: más tiempo de rumia y pastoreo mayor consumo, la producción de carne y/o leche: incremento en la eficiencia de conversión de alimentos e incrementos en la producción, en la reproducción: mayor calidad seminal, mayor tasa de concepción, menores pérdidas embrionaria, entre otras. Este efecto es mayor en animales de razas Bos Taurus las cuales tienen menor tolerancia a las condiciones tropicales. En el sur de Misiones el pastoreo con vacunos bajo dosel de *Grevillea robusta* A. Cunn. se logró como mínimo el doble de carga y con una mayor disponibilidad forrajera que en un pastizal a cielo abierto. Sin ningún tipo de suplementación en la dieta, sobre pastizal natural bajo dosel fue posible obtener ganancias de peso del orden 0,4-0,5 kg/animal/día/año. La región puede y tiene la posibilidad de pasar de ser zona de cría a zona de engorde (Lacorte et al., 2003; Lacorte et al., 2009).

Efectos del árbol en los pastizales de la Pampa Deprimida

Los pastizales de la Pampa Deprimida se destacan por tener alta heterogeneidad espacial, riqueza y diversidad florística (Vervoort, 1967; León, 1975) que le confieren su capacidad de resiliencia, estabilidad y eficiencia (Cahupé et al., 1985). Casi toda la riqueza florística presente se corresponde a especies herbáceas, algunas menos semi arbustivas y, escasa presencia arbórea concentrada en los cordones de conchilla o las terrazas del Río Salado (Vervoort, 1967). Dentro del pastizal se ha podido distinguir diversas asociaciones florísticas específicas (León et al. 1979) y estas fueron ordenadas dentro de grandes grupos de vegetación que integran ambientes claramente definidos y distinguibles, tanto por la vegetación específica propia como por su relación con ciertos rasgos edáficos (Burkart et al. 2005).

La matriz del paisaje presenta un tapiz vegetal de similar fisonomía, pero con variaciones sutiles en el color entre diferentes áreas de vegetación, como si fuese un mosaico de distintas tonalidades. Dicha variación colorimétrica es el reflejo de diferencias en la composición específica de plantas y/o de fase fenológica que circunscriben determinadas asociaciones vegetales. Esta asociación de plantas creciendo juntas en un lugar concreto y con manifiesta afinidad entre sí, encaja con la definición de comunidad vegetal (Clements, 1928). Las asociaciones de plantas que se encuentran creciendo juntas en un ambiente con mayor frecuencia de lo que sería esperable se debe a que dichas especies comparten cierto grado de solapamiento de nicho y similar habilidad para resistir ante regulador/es ambiental (ej.: alcalinidad y/o salinidad,

anegamiento) y/o evento/s de disturbio ya sea generado por actividad de animales, el hombre o la naturaleza (ej. pastoreo, labranza, incendios).

La condición de marginalidad del componente árbol en el pastizal de la Pampa Deprimida fue documentado desde hace tiempo por muchos ecólogos e investigadores. Factores ambientales como el balance hídrico negativo durante el periodo estival, la influencia de fuerte reguladores ambientales como anegamiento, salinidad y/o sodicidad y la presencia del disturbio de herbivoría por pequeños mamíferos e insectos, serían los principales factores responsables de frenar la sucesión del pastizal hacia un estado con mayor presencia de árboles (Vervoort 1967; Lemcoff 1992). Las evidencias recopiladas sugieren que los principales disturbios modeladores de la vegetación en la historia evolutiva del pastizal de la Pampa Deprimida fueron la sequía y/o el fuego (Barrera y Frangi 1997) junto con la inundación. No obstante, ciertos autores sostienen que la adaptación de las plantas a ambos factores (sequía y fuego) pudo haber resultado en la exaptación de la vegetación al pastoreo (Milchunas et al. 1988) consecuentemente algunas de las especies nativas serían tolerantes o incluso podrían verse favorecidas ante un moderado pastoreo, pero en general son vulnerables ante uno intenso (Milchunas et al. 1988). La incorporación del pastoreo de grandes herbívoros al pastizal Pampeano (hace poco más de doscientos años) llevó a la introducción de al menos tres grandes efectos directos que el animal genera sobre el componente planta: el pisoteo, las deyecciones y la defoliación. Estos efectos directos suponen cambios en el ambiente en el sentido de mayor apertura del conopeo y disponibilidad de luz, mayor temperatura y amplitud térmica del suelo, mayor mineralización y aumento en la evaporación y flujo vertical del agua. En la actualidad y luego de una historia de pastoreo de grandes herbívoros sumamente corta (en términos de escala temporal evolutiva), la evidencia indica que el disturbio pastoreo ha afectado cuantiosamente la composición florística del pastizal (Chaneton et al. 1988, 2002); su productividad (Rusch et al., 1997) y calidad forrajera forrajera (Cahuepé et al., 1985), balance hídrico (Alconada et al 1993), dinámica de la mineralización (Garibaldi et al 2007), fertilidad química y física del suelo (Lavado y Taboada 1987; Alconada 1991; Piñeiro et al 2009; Taboada y Micucci 2009).

Los pastizales naturales de todo el mundo han sido afectados por diversos disturbios como la agricultura, el pastoreo doméstico, fuegos programados, drenajes controlados, la incorporación de fertilizantes, herbicidas y la extracción de materia orgánica. La magnitud de la alteración alcanzada por un disturbio y las probabilidades de su reversibilidad dependen en gran medida del tipo, intensidad y duración del disturbio, como así también de la fragilidad de la comunidad y su capacidad de resiliencia (Holling, C.S., 1973). La presencia del componente árbol en el pastizal de la Pampa Deprimida es posible en la medida que se hayan superado, con los debidos aportes de energía, los principales filtros naturales existentes (salinidad y/o sodicidad, sequía, anegamiento y herbivoría). La incorporación del componente árbol supone un disturbio determinante de cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema natural de estos pastizales. Los principales cambios esperables en el ambiente serían la menor disponibilidad de luz, menor temperatura y amplitud térmica del suelo, menor tasa de mineralización, aportes de biomasa vegetal, competencia por recursos como

luz, agua y nutrientes. Muchos de estos efectos son del mismo orden, pero de signo contrario a los generados por el disturbio pastoreo.

Dentro de los recursos disponibles para el crecimiento y desarrollo del estrato herbáceo del pastizal de la Pampa Deprimida la luz no resultaría un factor limitante bajo condiciones normales (Soriano et al. 1992). En parcelas excluidas al pastoreo por más de diez años el conopeo alcanzó como altura promedio 160 cm y la intensidad de luz incidente al ras del suelo se redujo entre un 50 y 80 % respecto fuera de la exclusión donde la humedad del suelo fue menor y mayor la temperatura y amplitud térmica. La composición de la vegetación dentro de la exclusión mostró una disminución del grupo las especies C4 postradas por el grupo de las erectas C3 perennes y C3 anuales, quienes pasaron a ser dominantes y acompañadas por un segundo estrato superior de latifoliadas semi arbustivas (Rodríguez et al. 2003). La evidencia sugiere que hay una respuesta especie específica a los cambios en la disponibilidad de recursos y que estaría asociado a los regímenes de pastoreo (Altesor et al. 2017). Esto es, las especies asociadas a regímenes altos de pastoreo estarían mejor adaptadas a microhábitat con alta luminosidad, toleran mejor el déficit hídrico y poseen mayor capacidad de reasignar fotoasimilados, en tanto que las especies asociadas a los regímenes bajos de pastoreo estarían mejor adaptadas a microhábitat con menor luminosidad, más fértiles y húmedos (Tilman 1988; Altesor et al. 2017). Al comparar la composición de la vegetación del estrato herbáceo entre parcelas con y sin estrato arbóreo las especies del grupo C3 fueron predominantes en los sistemas silvopastoriles respecto al sistema tradicional (del Clavijo et al. 2005). La respuesta de las especies a la disponibilidad de recurso relacionada al régimen de pastoreo generaría un conflicto de intereses en los sistemas silvopastoriles porque en dichos sistemas las condiciones de microhábitat asemejara al de una exclusión, pero dicha condición no es consecuencia de un menor régimen de pastoreo sino a la presencia del estrato arbóreo. Las gramíneas asociadas a bajos regímenes de pastoreo requieren un adecuado manejo del pastoreo de lo contrario se perderían del staff con un consecuente reemplazo por latifoliadas sin valor forrajero. Esto pone en evidencia que los sistemas silvopastoriles en los pastizales de la Pampa Deprimida deben afrontar dos grandes desafíos. Por un lado y como se dijo al comienzo de este apartado, la presencia del estrato arbóreo sólo será posible en la medida que se hayan superado los principales filtros naturales existentes y el segundo, tendrá que ver con el manejo del rodal y un adecuado manejo del pastoreo del estrato herbáceo. La evidente complejidad que supone llevar adelante adecuadamente este tipo de sistemas, demanda que se amplíe la base de información y conocimiento respecto a las componentes: pastizal, árbol, animal, suelo, agua, hombre (manejo) y sus interacciones.

El monte de reparo en sistemas ganaderos en la pampa

Si bien en la Pampa Deprimida los SSP no se encuentran muy difundidos, el árbol juega un rol fundamental en los montes de reparo y/o cortinas rompevientos (ver capítulos 4 y 5), que son plantaciones cuya misión principal es la de proteger al ganado de los efectos del viento y que a su vez le brinden sombra (Bavera, 2004).

Los beneficios del monte ocurren tanto en invierno atenuando los vientos fríos y las bajas temperaturas como en verano disminuyendo la temperatura en casi 5 grados centígrados en relación con la que se registra a pleno sol. Se afirma la relevancia de la sombra natural (proveyda por el árbol) como factor importante para la producción del ganado y sus mayores beneficios respecto a la brindada por implementos artificiales. La superioridad del monte radica en su mayor eficiencia debido a que funciona como sombra y reparo, requiere menor inversión y mantenimiento, posee mayor vida útil, posibilita obtener otros ingresos con la producción de maderera, además de dar mayor valoración al predio (documento del Ministerio de Asuntos Agrarios del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires 2010). Beretta et al. (2008), demostraron que, en verano, con agua a voluntad y sombra (aunque artificial) entre las 10:30 y las 16:30 horas, los novillos engordaban en promedio unos 280 gramos/día más que los que permanecían sin sombra. Estos autores también afirman que en época estival el retiro de los novillos que pastorean en franjas diarias praderas mezcla de gramíneas y leguminosas hacia a un área restringida con sombra, entre las 10:00 y 17:00 h, contribuye a mejorar la ganancia diaria de peso vivo. Mientras que, en invierno, si las plantaciones son diseñadas de tal manera de aportar abrigo (protección contra el viento y cobertura ante bajas temperaturas), los requerimientos de los animales serían menores y por tanto su mejor performance, para un mismo nivel de oferta de forraje. En la Cuenca del Salado, técnicos del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA Estación Experimental Cuenca del Salado), en sus informes anuales de condición del ganado en la región, han expresado que durante meses de enero y febrero en años en que se han registrado condiciones climáticas más desfavorables, con bajas precipitaciones, se han observado rodeos con síntomas de acalamamiento o asolamiento, manifestándose con babeo, respiración acelerada, permanencia de los animales en bebederos y lagunas. Y manifestaron la importancia de poseer en los establecimientos, aguadas limpias y adecuadas al número de cabezas y contar con sombra para los animales en las horas de máximas temperaturas. Un estudio realizado también por investigadores del INTA, afirma que existe evidentemente un estrés calórico que afecta a los bovinos en la región de la Cuenca del Salado, entre las recomendaciones señalan la importancia de proveer de sombra a los animales

Consideraciones finales

Los SSP en la Argentina se encuentran en amplia expansión. Son sistemas complejos con muchos componentes e interacciones y, dada la diversidad de ambientes que se encuentran en nuestro país, es necesario profundizar en el estudio de las interacciones con el objetivo de generar productos forestales y ganaderos de calidad, preservar la perennidad de los recursos forrajeros y la biodiversidad de los pastizales que permitirá la sustentabilidad de los sistemas desde el punto de vista económica, social y ecológico.

Referencias

- Alconada, M. (1991). Cambios físicos y químicos del suelo como consecuencia de distintos sistemas de manejo en pastizales del Norte de La Pampa Deprimida. Tesis de Magíster Scientiae, Área: Ciencias de Suelo. Escuela para Graduados. Facultad de Agronomía. UBA. Argentina. 140
- Alconada, M., O.E. Ansín, R.S. Lavado, V.A. Deregibus, G. Rubio & F.H. Gutiérrez Boem. (1993). Effect of retention of run-off water and grazing on soil and on vegetation of temperate humid grassland. *Agricultural Water management* 23:233-246.
- Altesor, A., E. Leoni, A. Guido, J.M. Paruelo. (2017). Differential responses of three grasses to defoliation, water and light availability. *Plant Ecol.* 218 (2): 95–104.
- An, H.; Shangvan, Z.P. (2008). Specific leaf area, leaf nitrogen content, and photosynthetic acclimation of *Trifolium repens* L. seedlings grown at different irradiances and nitrogen concentrations. *Photosynthetica* 46(1):143-147.
- Armendano, J.; Odeón, S.; Callejas, S.; Echarte, L.; Odriozola, F. (2015). Estrés térmico y síndrome distérmico en bovinos para carne de la provincia de Buenos Aires. 9nas Jornadas Internacionales de Veterinaria Práctica Mar del Plata - 28 y 29 de agosto de 2015.
- Bavera, Guillermo A. (2004). Reparó para la hacienda, *Revista Angus*, Bs. As., 225:35-37.
- Beretta, V., Simeone, A., Bentancur, O. (2013). Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos *Agrociencia Uruguay - Volumen 17* 1:131-140.
- Burkart, S.E., M.F Garbulsky, C.M. Ghersa, J.P. Guerschman, R.J.C. Leon, M. Oesterheld, J.M. Paruelo S.B. Perelman. (2005). Las comunidades potenciales del pastizal pampeano bonaerense. Pp. 379-399. In M. Oesterheld, M. Aguiar, C. Ghersa 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. 472pp
- Carillo, J. (2003). *Manejo de Pasturas*. EEA INTA Balcarce. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina. p 458. ISBN 987-521-089-7.
- Casabón E., T. Cerrillo, & G. Madoz. (2015). Instalación de sistemas silvopastoriles en el delta del Paraná: comportamiento de guías y barbados de sauce como material de propagación. *Actas del III Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles y VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales*. Disponible en: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-libro_actas_silvopastoriles_-_agroforestales.pdf. Último acceso: marzo 2021. pp 138-141.
- Cahupé, M., L. Hidalgo & A. Galatoire. (1985). Aplicación de un índice de valoración zootécnica en pastizales de la Depresión del Salado. *Rev. Arg. Prod. Animal.* 5:681-690.
- Chaneton, E.J., J.M Facelli & R.J.C. León. (1988). Floristic changes induced by flooding on grazed and ungrazed lowland grasslands in Argentina. *Journal of Range Management.* 41 (6): 495-499.
- Chaneton, E.J., S.B. Perelman, M. Omacini & R.J.C. León. (2002). Grazing, environmental heterogeneity, and alien plant invasions in temperate Pampa grasslands. *Biological Invasions.* 4: 7–24.

- Clements, F.E. (1928). Plant succession and indicators. H.W. Wilson, Nueva York.
- Connell, J.H. (1990). Apparent versus real competition in plants. In: J.B. Grace and D. Tilman (eds). Perspectives on Plant Competitions. Academic Press, N.Y. pp 9-23.
- Cowan, RT.; Moss, R.J. y Kerr, DV. (1993). Northern dairy feed base, summer feeding systems. Tropical Grasslands 27. (1993): 150–161.
- Fraser, AF. y Broom, DM. (1990). Farm animal behaviour and welfare. (3 ed.). London: Baillière Tindall.
- Gargaglione, V.; Peri, P.L; Sosa Lovato, S.; Bahamonde, H.; Mayo, J. P.; Christiansen, R. 2015. Mejora del estrato herbáceo en sistemas silvopastoriles de Nothofagus antarctica: Evaluación de especies forrajeras. 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles: VII Congreso Internacional. Sistemas Agroforestales / compilado por Pablo L. Peri. - 1a ed. – Santa Cruz. Ediciones INTA, 2015. 716 p.
- Garibaldi L.; M. Semmartin, E.J. Chaneton. (2007). Grazing-induced changes in plant composition affect litter quality and nutrient cycling in Flooding Pampa grasslands. Oecologia 151:650–662.
- del Clavijo, M.P., Nordenstahl, M., Gundel, P. E., & Jobbágy, E. G. 2005. Poplar afforestation effects on grassland structure and composition in the Flooding Pampas. Rangeland Ecology & Management, 58(5), 474-479.
- Hikosaka, K.; Terashima, I. (1995). A model of the acclimation of photosynthesis in the leaves of C3 plants to sun and shade with respect to nitrogen use. Plant, Cell & Environment 18: 605–618.
- Holling, C.S. (1973) Resilience and Stability of Ecological Systems. Annual Review of Ecology and Systematics, 4, 1-23.
- INTA informa (2016). Silvopastoril, una alternativa que cuadruplica rendimientos - INTA Informa. En Silvopastoril, una alternativa que cuadruplica rendimientos -En <http://INTA Informa Silvopastoril, una alternativa que cuadruplica rendimientos - INTA Informa> último acceso marzo 2021.
- INTA informa. (2014). Con casi 10 M de cabezas, el NEA fortalece a la ganadería argentina Disponible en: <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=22232>. Acceso marzo de 2021.
- Johnson, HD. (1987). “Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production of livestock”. Bioclimatology and Adaptation of Livestock. World Animal Science B - 5. Amsterdam: Elsevier Scientific Publication.
- Lacorte, S. M.; Domecq, C; San José, M; Hennig, A.; Fassola, H.; Pachas, A.; Colcombet, L.; Hampel, H.; Espíndola, H.F. I. (2009b). Análisis de un sistema silvopastoril en el sur de Misiones, Argentina Producción forestal, forrajera y de carne. Estudio de caso. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, p 400-411. Posadas. Misiones. Argentina.
- Lacorte, S.M.; Fassola, H.E.; Domecq, C.D.; San José, M.; Hennig, E.; Correa E.M.; Ferrere P.; Moscovich F.A. (2003). Efecto del pastoreo en el crecimiento de *Grevillea robusta* A. Cunn. y la dinámica del pastizal en Misiones, Argentina. RIA, 32 (2): 79-96.

- Laprida, C. & B. Valeros-Garcés. (2009). Cambios ambientales de épocas históricas en la pampa Bonaerense en base a ostrácodos: historia hidrológica de la laguna de Chascomús. *Ameguiniana (Rev. Asoc. Paleontol. Argent.)* 46 (1): 95-111.
- Lavado, R.S. & Taboada, M.A. (1987). Soil salinization fluxes as an effect of grazing in a native grassland soil in the Flooding Pampa in Argentina. *Soil, Use and Management* 4:143-148.
- Lemcoff, J.H. (1992). Río de la Plata Grasslands. Climate. In Coupland, R.T. (ed.). *Ecosystems of the World 8A: Natural Grasslands*, Elsevier, Amsterdam. 376-377.
- León, R.J.C. (1975). Las comunidades herbáceas de la región Castelli-Pila. *Monogr. Com. de Invest. Cient. de la Provincia de Buenos Aires. La Plata* 5:75-107.
- León, R.J.C., S. Burkart & Movia, C.P. (1979). Relevamiento fitosociológico del pastizal del Norte de la Depresión del Salado. *Serie Fitogeográfica* 17: pp 90. I.N.T.A Buenos Aires. INTA. 2016. EN <https://intainforma.inta.gob.ar/silvopastoril-un-sistema-en-expansion-en-la-argentina/>.
- Lin, C.H.; McGraw, R.L.; George, M.F.; Garrett, H.E. (2001). Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. *Agroforest. Syst.* 53:269-281.
- Maddaloni, J. y Ferrari, I. 2005. Forrajes y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. INTA. 2° edición
- Mead, D.J. (2009). Biophysical interactions in silvopastoral systems: a New Zealand perspective. 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones. Pp. 3 – 8.
- Meziane, D.; Shipley, B. (1999). Interacting determinants of specific leaf area in 22 herbaceous species: effects of irradiance and nutrient availability. *Plant, Cell and Environment* 22:447-459.
- Milchunas, D.G., O.E. Sala & W.K. Lauenroth. (1988). A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist*. 132:87-106.
- Navas, A. 2008. "Efecto de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico y su importancia en la producción bovina tropical". *Revista El Cebú* 359: 14–17.
- Peri P.L. (2005). Sistemas Silvopastoriles en Ñirantales. *Rev. IDIA XXI*, Ed. INTA, Buenos Aires. Año V, N°8: 255- 259.
- Pezo, D. y Ibrahim, M. (1998). *Sistemas Silvopastoriles*. Turrialba, Costa Rica: CR, CATIE. Disponible http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4024/Sistemas_silvopastoriles.pdf;jsessionid=3D61B460D496208C1B945B6E714221B5?sequence=1
- Piñeiro, G., J.M. Paruelo, E.G. Jobbágy, R. Jackson & M. Oesterheld. (2009). Grazing effects on belowground C and N stocks along and network of cattle exclosures in temperate and subtropical grasslands of South America. *Global Biogeochemical Cycles*. 23, doi:10.1029/2007GB003168.
- Reynolds, SG. (1995). *Pasture–cattle – coconut systems*. Bangkok, Thailand. FAO, Regional Office for Asia and the Pacific. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/af298e/af298e00.htm>
- Rodríguez, C; E. Leoni; F. Lezama & A. Altesor. (2003). Temporal trends in species composition and plant traits in natural grasslands of Uruguay. *Journal of Vegetation Science* 14: 433-440.

- Rusch, G. M., y Oesterheld, M. (1997). Relationship between productivity, species and functional group diversity in grazed and no-grazed Pampas grassland. *Oikos* 78: 519-526.
- SIFIP (2010). Sistema de información Foresto Industrial de la Provincia de Misiones. Disponible en: <http://extension.facfor.unam.edu.ar/sifip/index.html>. Acceso 9-10-2010.
- Soriano, A., R.J.C. León; O.E. Sala; R.Sb. Lavado; V.A. Deregibus, M.A. Cauhepé; O.A. Scaglia; C.A. Velázquez & J.H. Lemcoff. (1992). Río de la Plata grasslands. In: R. T. Coupland [ed.]. *Ecosystems of the world, 8A—Natural grasslands: Introduction and western hemisphere*. New York, NY: Elsevier. p 367–407.
- Taboada M.A. y S.N. Micucci. (2009). Respuesta de las propiedades físicas de tres suelos de la Pampa Deprimida al pastoreo rotativo. *Cc. Suelo (Argentina)* 27(2): 147-157.
- Tilman, D. (1988). *Plants strategies and the dynamics and structure of plants communities*. Princeton University Press. Princeton N.J.
- Torquebiau, E. (1990). *Los conceptos de la agroforestería: Una introducción*. ICRAF, Nairobi, Kenya. 45 p.
- Vervoorst, F.B. (1967). *Las comunidades vegetales de la Depresión del Salado. La Vegetación de la República Argentina, Serie Fitogeográfica N° 7*. Buenos Aires INTA. 259 p.
- Wilson, JR. y Ludlow, MM. (1991). "The environment and potential growth of herbage under plantations". *Forages for plantation crops*. Canberra, AU: ACIAR.