CENTRO ECOLÓGICO
Ipê - Serra Litoral Norte

Sistemas Agroforestales

Para una ganadería sustentable y resiliente

Silvopastoreo para el Bioma Pampa

SISTEMAS AGROFORESTALES PARA UNA GANADERÍA SUSTENTABLE Y RESILIENTE

Gastón Carro

... En un principio todo eran bosques y ganado y al final todo será bosques y ganado...

Enrique. Murgueito

ÍNDICE:

1. Introducción: ... 3
2. Ganadería en Uruguay y REGION ... 3
2.1 Importancia del bioma pampa ... 4
2.2 Pastizales y árboles, fitogeografía particular ... **Error! Bookmark not defined.**
2.3 Importancia de los bosques, tendencias y manejo ... 7
2.4 Algunos problemas de la ganadería actual ... 8
3. Sistemas Agroforestales ... 16
3.1 Importancia de la Sucesión natural de especies ... 17
3.2 Importancia de las especies pioneras ... 19
4 Los árboles y su importancia en los agroecosistemas ... 20
4.1 Los Árboles y el Suelo ... 20
4.2 Los Arboles y los animales ... 21
4.3 Los Árboles, las pasturas y forraje ... 22
4.4 Los árboles y los agroecosistemas ... 23
4.5 Los árboles y el cambio climático ... 24
4. Algunos ejemplos de diseños de SAFS para animales. ... 25
4.2 Bancos de forraje ... 25
4.3 Callejones para pastoreo ... 26
4.4 Sistemas de sombra y abrigo ... 26
5. aspectos a tener en cuenta en la inclusión de Árboles en sistemas silvopastoriles ... 27
6. Ejemplo de sistema silvopastoreo. ... 28
6.1 Carlos Bounus: Sistema silvopastoril con producción de nueces ... 28
6.1.1. PRODUCCION ANIMAL ... 28
7. CONCLUSIONES ... 29
8. BIBLIOGRAFÍA ... 30

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarca dentro de una estrategia con enfoque de promoción de Sistemas Agroforestales (SAFs) para fortalecer la sustentabilidad de agroecosistemas familiares y de sus sistemas organizativos. Tiene por objetivo promover el desarrollo de experiencias de silvopastoreo, para ello se presentan trabajos científicos con información relevante en las temáticas implicadas junto con experiencias locales y regionales para poder ajustar ideas, herramientas y enfoques necesarios que permitan incorporar sistemas silvopastoriles y otros SAFs a los sistemas de producción de ganado bovino para Uruguay y la región. Además se expondrá cuáles son los principales desafíos actuales presentes en los sistemas de producción ganaderos.

El trabajo primeramente presenta y desarrolla algunos conceptos importantes como las características particulares del territorio del Bioma Pampa, luego el contexto regional, su caracterización biofísica y ecológica, el contexto climático global. Se discuten aspectos clave de los enfoques aplicados a sistemas ganaderos, necesarios para entender las resistencias a la adopción de técnicas agroforestales. También se presentaran a manera ilustrativa algunos diseños de SAFs utilizados en el mundo, listas de especies con potencial para ser incorporadas y se complementaran con listas de especies de árboles y arbustos de nuestra región con sus características importantes a tener en cuenta.

En segundo lugar se expondrán cuáles son los beneficios en la inclusión de árboles y arbustos, algunas recomendaciones prácticas para la implementación a campo.

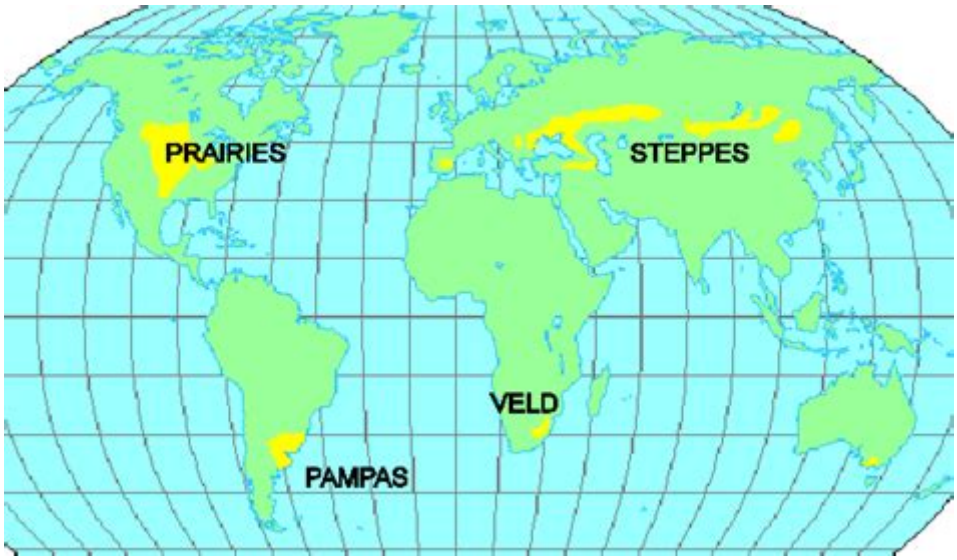
Por último se presentaran algunas experiencias de productores locales, así como la información de los resultados obtenidos y algunas recomendaciones en base a los procesos establecidos.

2. IMPORTANCIA DE LOS PASTIZALES EN EL MUNDO Y LA REGION

Los pastizales, son biomas en los cuales la precipitación es mayor que en los desiertos pero no lo suficiente para un bosque, ellos cubren una cuarta parte de la superficie del planeta, ayudan a mitigar el calentamiento global y evitan la erosión de los suelos, sin embargo los pastizales son un ecosistema seriamente amenazado por la agricultura, la ganadería y la actividad forestal. Aun cuando sus servicios ambientales equivalen a unos 900.000 mil millones de dólares al año, apenas un 0,7% del total mundial tiene algún grado de protección y en América del Sur sólo alcanza un escaso 0,3% Con sus 39 millones de kilómetros cuadrados en el mundo (casi una cuarta parte de la

superficie terrestre continental), los pastizales representan uno de los ecosistemas más extensos del planeta.

Distribuidos en casi todos los continentes, se destacan por su importancia: el sistema de praderas o prairies de las Grandes Planicies de América del Norte, las estepas del este de Europa (pusztas) y de Mongolia, los grassvelds de Sudáfrica, las planicies de Nueva Zelanda, y las pampas y campos de Argentina, Uruguay y Brasil.



Según una investigación liderada por Robert Constanza, de la Sociedad Internacional para la Economía Ecológica (Universidad de Maryland, EE.UU.), en el fenómeno del calentamiento global, desempeñan un importante papel al secuestrar CO2 (a razón de unos 60 kg de carbono por hectárea al año) y evitan que este gas se acumule en la atmósfera e influya en la temperatura del planeta.

2.1 Caracterización biofísica Bioma Pampa

Si bien el bioma pampa en Uruguay es el bioma predominante en cuanto a superficie, existen influencias fitogeográficas que enriquecen la matriz de pasturas con distintos grupos de especies arbóreas y arbustivas. Estas influencias son grupos de especies con características diferenciadas entre sí, que crean ecotonos es decir, transiciones entre bosques y pastizales que crean interacciones entre estos elementos a través de su co evolución.

A nivel región

Estas interacciones se dan de distintas formas: Por ejemplo en uno de los tipos de bosques de Uruguay llamado bosque de parque, se caracteriza por el avance de árboles sobre la matriz de pasto creando múltiples interacciones entre los árboles y la matriz de pasturas en toda la extensión ocupada, lo mismo ocurre en el caso del bosque de los palmares.

En el caso de los llamados bosques de galería las interacciones se dan de formas distintas, ya que los árboles acompañando a los cursos de agua forman un parche denso, y lo que se da es una transición que marca diferencias en la composición de la pradera respecto a zonas alejadas de los árboles, con más luz menos humedad y por lo tanto distinta composición florística.

Más adelante se presenta la información de diversos autores que señalan que a región de Bioma pampa ocupado por Uruguay y parte del Sur de Brasil posee una cantidad y diversidad mayores de componentes leñosos y arbustivos, por los que se deberían considerar aparte respecto a la región pampeana típica.

2.1.1. Características del bioma pampa

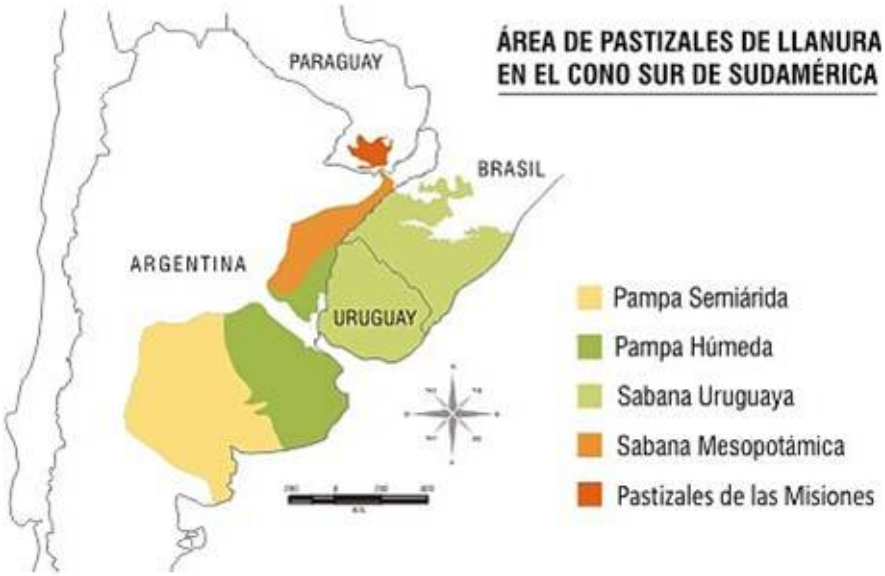
El bioma pampa se caracteriza por ser un área de pastizales naturales únicos en el mundo por su rica biodiversidad y por el valor forrajero de las especies que lo componen. Tiempo atrás, estos pastizales ocupaban un área de 100 millones de hectáreas, ubicada en parte de Río Grande do Sul, Argentina, sur de Paraguay y todo el Uruguay. A medida que se fueron introduciendo otros usos al suelo, como agricultura, forestación, rutas y urbanizaciones, los pastizales naturales fueron perdiendo área, hasta llegar hoy a 50 millones de hectáreas.

Los pastizales naturales son hábitat de 540 especies de aves silvestres registradas, de las cuales 12 se encuentran amenazadas a nivel global. Entre ellas se encuentran especies de aves migratorias que hacen su travesía anualmente uniendo las praderas norteamericanas con las pampas de Sudamérica.

Pero los pastizales naturales no sólo aportan alimento y refugio para las aves, el ganado y la fauna en general, sino que bien manejados y en buen estado de conservación brindan una serie de beneficios a la sociedad, que comienza a valorarlos cada vez más. Estos beneficios se conocen como “servicios ecosistémicos”, entre los que se destacan los siguientes:

1. Conforman uno de los más importantes biomas de praderas templadas a nivel mundial.
2. Ciertas especies sólo sobrevivirán si una porción importante de pastizales es conservada.
3. La ganadería extensiva y natural depende del buen estado de las pasturas naturales.
4. El paisaje de las pampas está asociado a un tipo cultural humano que se formó aquí mismo.
5. Los pastizales bien conservados constituyen una reserva estratégica de suelos.
6. Toneladas de carbono se encuentran “secuestradas” en suelos y raíces, pero son liberadas a la atmósfera cuando los pastizales son remplazados o deteriorados.
7. Los pastizales siguen disminuyendo de manera alarmante debido al cambio de uso de la tierra.
8. Los pastizales bien manejados son capaces de ofrecer una renta comparable a los cultivos, pero además más estable y previsible.
9. Los pastizales proveen resistencia y capacidad de ajuste al cambio climático global.
10. Los pastizales naturales preservan el agua, purifican el aire y nos ofrecen un paisaje que las personas aprecian y aun pagan por ver.

Los Pastizales del bioma pampa constituyen uno de los pocos ecosistemas de praderas y sabanas templadas del mundo, y son reconocidos como una prioridad de conservación en el Neotrópico. Conocidos también como “pampas”, abarcan una superficie aproximada de 1 millón de kilómetros cuadrados, compartidos por cuatro países que integran el tratado del Mercosur: Paraguay, Uruguay, Brasil y la Argentina.
Estos pastizales del Cono Sur sudamericano comprenden en realidad 4 ecorregiones (WWF 2001): (a) “Pampa Semiárida”, (b) “Pampa Húmeda”, (c) “Sabana Mesopotámica” (d) “Sabana Uruguayense” (que en Brasil suelen llamarse “Campos Sulinos”).



Fuente: Alianza del pastizal

Estas ecorregiones no respetan límites políticos y están estrechamente relacionadas en términos biogeográficos, económicos y sociales.
La mayor proporción de los pastizales se encuentra en la Argentina (60%), con Uruguay y Brasil compartiendo proporciones similares (18% y 18% respectivamente) y el remanente 4% corresponde al Paraguay.

2.1.2. Caracterización de los bosques, importancia, tendencias y manejo

En Uruguay sólo el 5, 2 % de la superficie, unas 850.000 has, están ocupadas con bosques nativos, sin embargo la importancia de estos (con sus

conexiones con las praderas) radica en varios niveles. Por un lado diversos autores como Chebataroof (1984), Grela (2004), remarcan que Uruguay posee una alta diversidad de leñosas (313 spp), para lo esperado dentro de un bioma de pradera (Pampa), por lo que plantean que el territorio comprendido por Uruguay y parte del sur de Río Grande do Sul, presentan condiciones florísticas y de vegetación que ameritan su separación de la región pampeana; en particular, la alta riqueza de leñosas.

Esto otorga a nuestro territorio una particularidad única y característica en la región que además se potencia en la importancia de la conservación de los bosques por sus servicios ecosistémicos, como es el caso de las especies asociadas al bosque, en el mismo han sido identificadas 120 especies arbóreas y 140 especies arbustivas en su composición botánica, albergando más del 50 % de las especies de aves y el 50 % de los mamíferos se desarrollan en un hábitat asociado al mismo. Se han definido 455 especies prioritarias para la conservación que se encuentran estrechamente vinculadas al bosque nativo (MVOTMA, 2010).

En Uruguay los bosques además de brindar servicios ecosistémicos, son una fuente tradicional de productos y servicios de valor económico, y de formas de vida de subsistencia de recreación y turismo. Sin embargo, no se han definido como tratar los avances en una forma equilibrada entre el interés comercial asociado a la pradera y el ambiental (bosque –pradera) (Ocaño et al, 2018).

2.2.1 Breve historia de la ganadería en Uruguay

La ganadería es una actividad económica, relativa al sector primario principalmente, de origen muy antiguo en Mesopotamia y Egipto durante el neolítico cuando el hombre comenzó a volverse sedentario reemplazando la economía de recolección (caza, recolección y pesca) por una economía más avanzada de producción voluntaria de elementos que pudieran ser aprovechados; que consiste en la crianza de animales para su aprovechamiento, obteniendo diversos tipos de productos derivados.
La ganadería puede ser de diversas modalidades: ganadería bovina (del latín bovīnus: relativo o perteneciente al toro y/o la vaca), ovina (del latín ovis, oveja), equina (del latín equīnus, caballo), porcina (del latín porcīnus, cerdo o puerco), avicultura y apicultura, principalmente.

Desde los orígenes de la Banda Oriental, pasando por el nacimiento del país como nación, hasta nuestros días, “la carne” ha sido protagonista en la historia, la economía y la sociedad uruguaya.

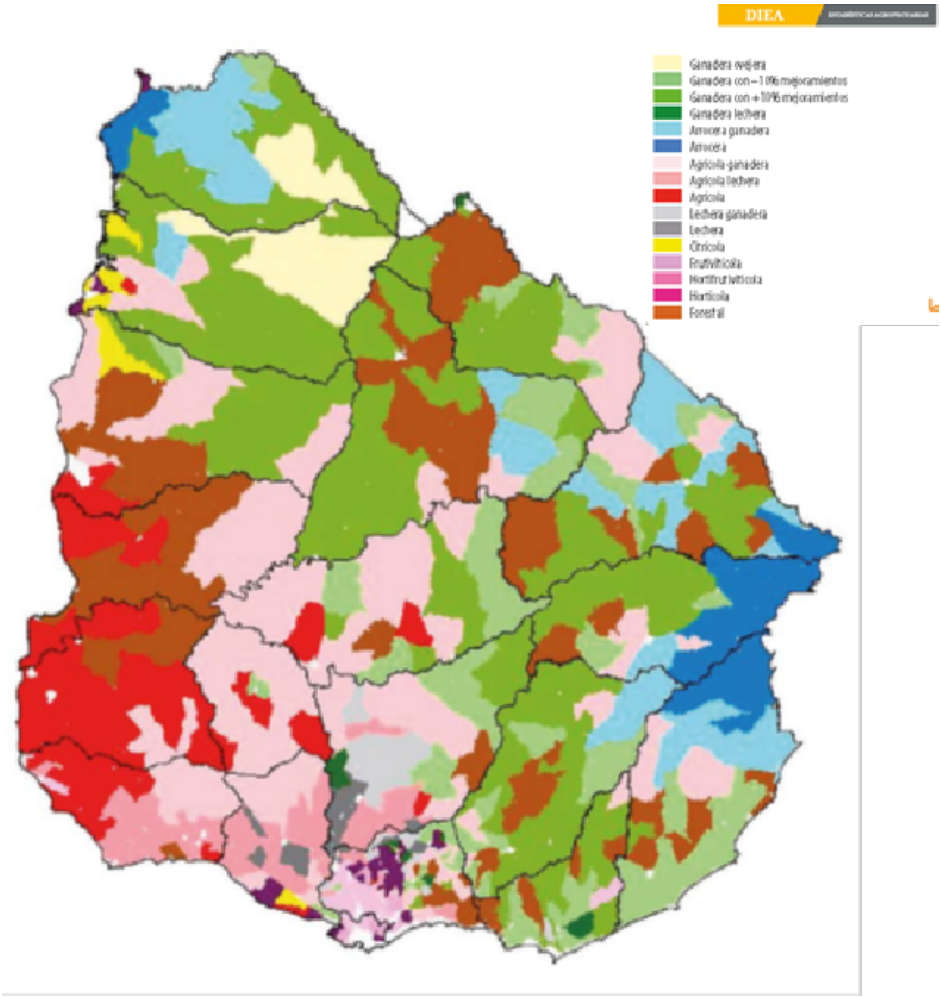
Como un hecho sin dudas importante se marca el periodo comprendido en los años 1611 al 1617, donde el Rey de España autoriza a Hernando Arias

de Saavedra (Hernandarias) a transportar y liberar una importante tropa de ganado vacuno y equino en las tierras al este del Río Uruguay, llamadas “tierras sin ningún provecho”, por no tener oro ni metales preciosos. Con el tiempo, los animales se reprodujeron ampliamente constituyendo una importante riqueza para la economía regional. Otros elementos como la creación de la propiedad privada, la parcelación de los campos y en el año 1781 se desarrolló el primer saladero y luego en 1798 el primer matadero. En el año 1875 – Se aprueba el Código Rural, en donde se establece la obligatoriedad de alambrar los campos y la marcación del ganado. Como un hito no menos importante en el año 1891 se crea el Ministerio de Fomento, que incluye el Departamento de Agricultura y Ganadería, hoy en día el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, donde antepone el nombre de la producción animal.

Actualmente las principales razas son: Hereford y Angus Limousine y Charolais para carne y Holando y Jersey, para leche. La ganadería en Uruguay fue históricamente para exportación, y la forma más característica de carácter extensivo aquella en la que la producción ganadera se lleva a cabo en grandes extensiones de tierra (latifundios) en las que el ganado no requiere de grandes cuidados y se abastece fundamentalmente de lo que ofrece el medio (la pradera natural). Por este motivo, no se requiere de alta tecnología como tampoco es necesaria gran disponibilidad de mano de obra. Suele explotarse con ganado bovino y ovino al mismo tiempo, para de esta forma, lograr un mayor aprovechamiento de la doble pastura de la pradera. En los últimos años se ha instrumentado el mejoramiento de la pradera para evitar su erosión debido al sobrepastoreo por ejemplo, y se apunta hacia una ganadería más intensiva, buscando la mayor rentabilidad.

2.1.3. Importancia de la Ganadería en Uruguay

Según el censo de DIEA año 2011 la ganadería vacuna ocupa unas 6.467 Has lo que constituye la actividad de mayor superficie, con el 40 % del territorio nacional.



Fuente: MGAP-DIEA con base Censo General Agropecuario 2011.

Actualmente Uruguay cuenta con casi 12.000.000 de cabezas vacunas, lo que constituye 4 vacas por cada habitante del país. La actividad constituye el 20 % del PBI bruto anual y un ingreso anual 1547 millones de USD/año (DIEA, 2017)

Caracterización de la producción animal en Uruguay

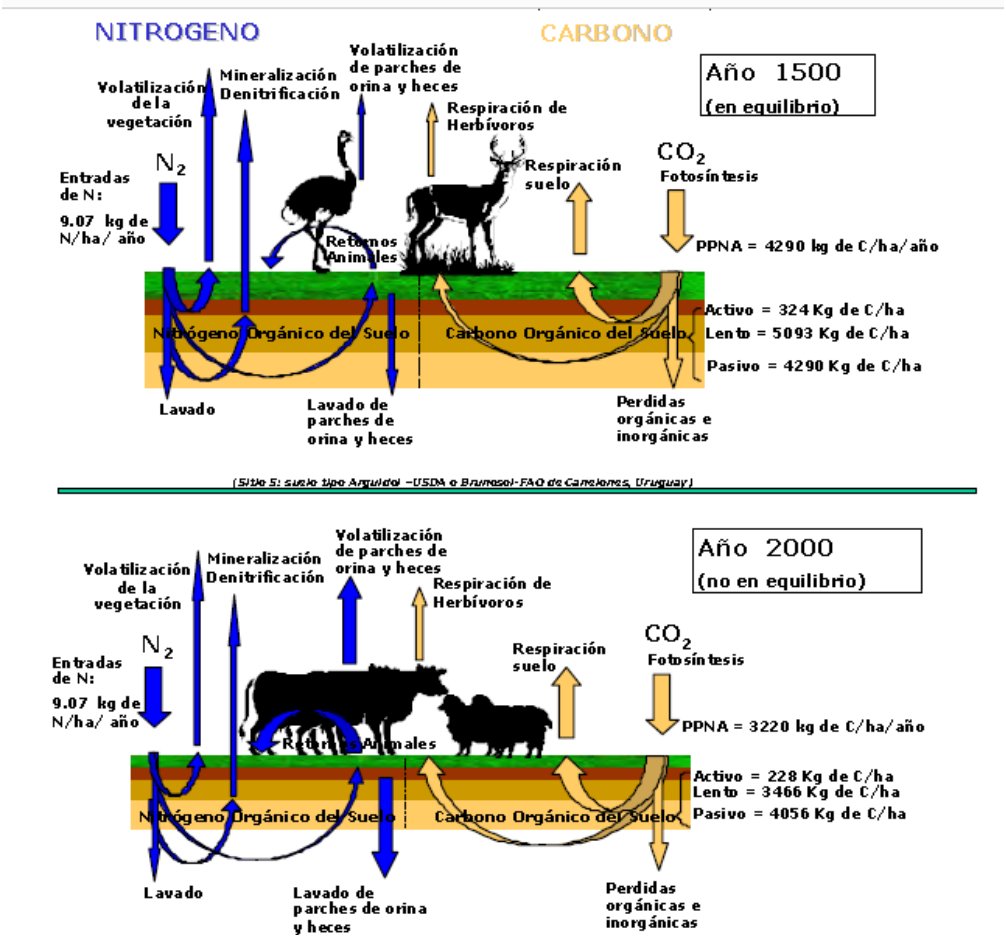
Existencias ganaderas:	11,7 millones de vacunos 6,6 millones de ovinos
Producción de carne	1.136 mil toneladas de carne vacuna 64 mil toneladas de carne ovina
Producción de lana:	25,7 mil toneladas (base sucia)
Consumo por habitante/año:	Carne vacuna 57,8 kilos carcasa Carne ovina 3,3 kilos carcasa

1) Fuente: Elaborado en base a datos de las Declaraciones Juradas de Faenas expedidas para el Mercado Interno de los contribuyentes del 0,7% (INAC). Datos referentes a la faena predial fuente DICOSE.

2.1.4 Algunos problemas de la Ganadería en Uruguay

Si bien se toma en cuenta como la ganadería en Uruguay a la ganadería realizada con bovinos domésticos, en el territorio existen estudios que demuestran que previamente existieron una variada serie de herbívoros como: el ciervo de los pantanos, venado de campo, pecarí, carpincho, nutria coendú, apereá, rata de pajonal, mano pelada, comadreja y ñandú, (Moreno F, 2014) de los cuales los primeros, existían en manadas por millones. Esta diversidad de herbívoros, junto con las mejores condiciones de los pastizales debido a la no intervención de los paisajes lograba un pastoreo en equilibrio. Paruelo et al, nombra que los efectos del pastoreo no solo producen cambios en la estructura del canopeo o la composición de especies, sino que estos tienen también potenciales consecuencias sobre el funcionamiento del ecosistema, es decir sobre los flujos de materia y energía que en él ocurren, agrega además que un manejo eficiente de este recurso permitirá preservar su diversidad florística y/o aumentar la captura del carbono agregando un valor ecológico, y eventualmente económico, a la producción ganadera (Piñeiro et al, citando a Sala y Paruelo, 1997). Las evidencias muestran que el pastoreo puede aumentar o disminuir la productividad primaria neta aérea (PPNA). Piñeiro et al. (2004) analizaron los efectos de la introducción de herbívoros domésticos en los pastizales del rio de la plata, y a través de simulaciones permitieron comparar estos procesos en dos condiciones (11 sitios) con y sin herbívoros domésticos. El resultado de la simulación que el gradiente de carbono orgánico en el suelo disminuyo un 22 % y la productividad primaria habría disminuido un 27 %.luego de 400 años de pastoreo con herbívoros domésticos.

Esquema de las alteraciones producidas por el pastoreo con altas cargas de herbívoros domésticos sobre los ciclos biogeoquímicos del carbono y del nitrógeno, para un suelo profundo en Canelones, Uruguay. Los tamaños de las flechas y de las cajas son proporcionales a la magnitud del flujo y al tamaño de las reservas respectivamente.



2.2 Algunos paradigmas necesarios a discutir

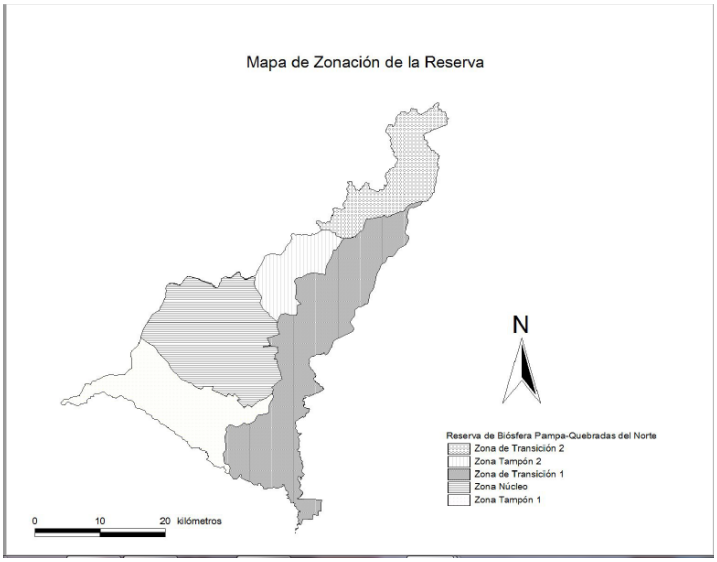
2.1.4. La vaca viene del bosque

Un estudio reciente que nace del análisis de los ambientes donde se originó el ganado bovino, tanto el europeo *Bos taurus* como el cebú *Bos indicus; contiene* además una reseña sobre parientes silvestres y semidomésticos actuales que viven en ambientes de bosques asiáticos como lo es el mythun o gayal *Bos frontalis*. Todo para plantear la tesis que el ganado bovino no tiene una condición genética ni una exigencia única por ambientes de pastizales sin árboles o arbustos, tal como se enseña en la actualidad. Los paisajes de monocultivos y los agroecosistemas de pastos simplificados al máximo, son producto de la revolución verde y de un patrón cultural importado en el último siglo. En América Latina y el Caribe la ganadería se hizo durante casi trescientos años con rebaños mixtos de varias especies domésticas introducidas de la península ibérica, en un mosaico de ecosistemas de gran heterogeneidad florística y biofísica. Por lo tanto, desde los principios

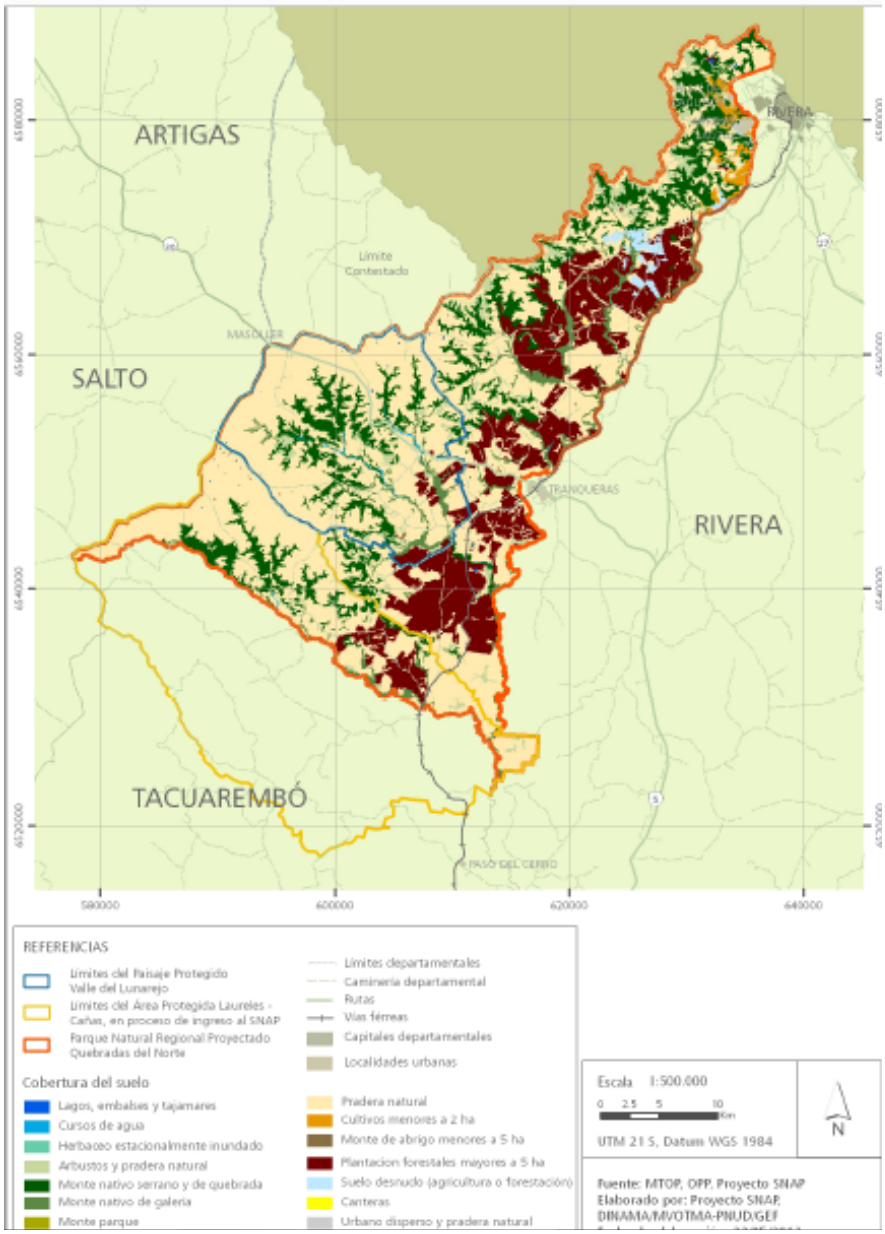
agroecológicos, regresar a esa diversidad es no solo deseable sino necesario y eficiente.

2.1.5. Uruguay el bosque con praderas

La UNESCO en el año 2014 designo a la zona bioma pampa “Quebradas del Norte”, una zona de una superficie de aproximadamente 9000 Ha como una zona de prioridad para su conservación, por sus características únicas en cuando a diversidad ecológica, nichos de especies y valor cultural para la humanidad. Dentro de las particularidades además de la conexión entre el extremo más sur de lo que llamamos la Mata Atlántica con las zonas de praderas naturales, esta zona constituye una zona de recarga del acuífero guaraní, una de las reservas de agua dulce más grande del planeta.



Zona de conservación designada y su vínculo con la “Mata Atlántica”



En su caracterización dice así: “El otro hábitat importante de esta reserva de la biosfera, el bioma de la pampa, es rico en pastizales templados y actúa como un área importante de anidación para muchas especies de aves. El bioma está formado predominantemente por pastos naturales y se caracteriza por una alta diversidad de especies con un gran predominio de pastos. Por esta razón, tales pastizales son reconocidos como una prioridad de conservación en los Neotrópicos. En la actualidad, sin embargo, solo el 0.7% de los pastizales están protegidos y el ecosistema enfrenta amenazas significativas para su conservación, en particular el sobrepastoreo.”….

“En este contexto, la reserva de la biosfera combina prácticas económicas tradicionales, basadas principalmente en la tradición ganadera, con prácticas y valores sostenibles. Uno de los principales desafíos es desarrollar

estrategias de manejo para el ganado y otras actividades económicas tradicionales que no sólo conservan la diversidad biocultural del área protegida, sino que también aumentan el potencial productivo e incluyen a los jóvenes y las mujeres en la economía local."

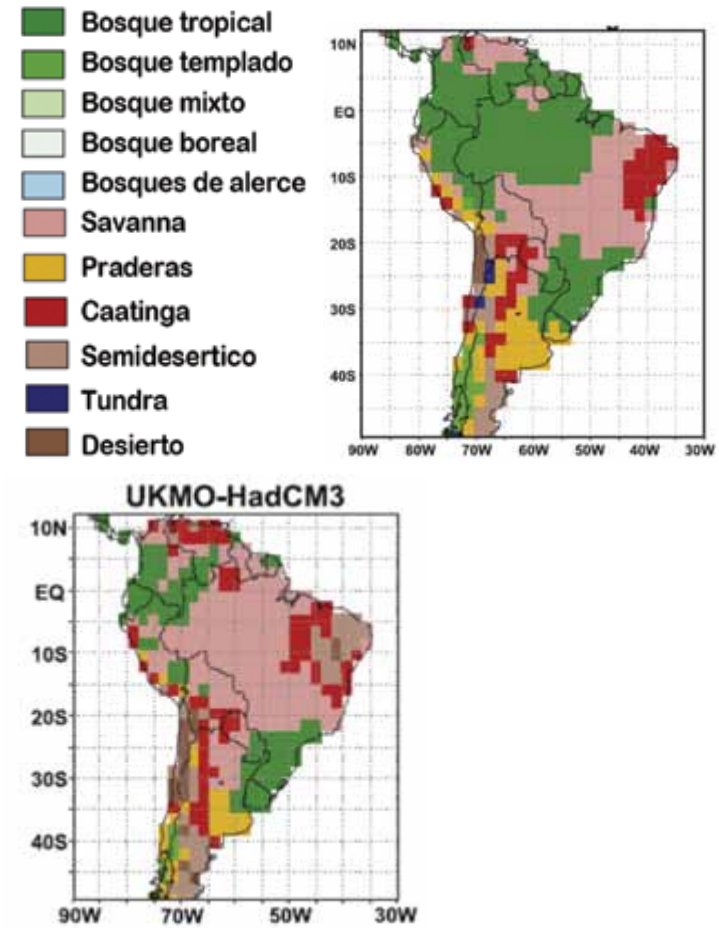
Otro ejemplo claro de sistemas de pasturas y arboles asociados, son los palmares de *Butia odorata* en el este del país, Rivas en el 2014 en un estudio muestra que el campo del palmar de Butiá presenta características únicas, donde conviven gramíneas perennes micro y megatérmicas[1]. La composición botánica del estrato herbáceo con palmar es diferente del que no presenta palmas. Las especies que discriminan esta situación son aquellas adaptadas a condiciones de sombreado y suelos húmedos, características del palmar.

El palmar provee de bienes y servicios ecosistémicos, entre los que se destacan la producción de forraje, sombra y abrigo para los animales, los frutos de la palma, la utilización de los recursos fitogenéticos, y la potencialidad que ofrece el ecoturismo

2.1.6. Del bosque venimos y al bosque vamos

Además de los cambios culturales como especie tanto de nuestra propia especie como el antecesor del ganado bovino (Bos *frontali*) llamado gayal, lo mismo sucede con las condiciones del ambiente para lo cual Salazar (2007), ha elaborado un modelo que predice la tendencia hacia condiciones favorables para la expansión de los bosques subtropicales en el Bioma Pampa, en el periodo de los próximos 100 años, que obviamente dependen de la interacción con la acción humana (agricultura, ganadería, forestación, etc.).(Bizzozero, Et al, 2018).

[1] Especies de pasturas que requieren para su crecimiento altas temperaturas, básicamente fueron desarrolladas y adaptadas para las regiones tropicales y subtropicales, en zonas templadas ofrecen su producción durante el período estival. Especies C4



Fuente: Salazar 2007.

Dicha tendencia tiene que ver con una mayor disponibilidad de agua por aumento de la precipitación media anual, un aumento de la T media anual y la ocurrencia de heladas menos agresivas, lo que permite la expansión de los bosques a sitios nuevos.

Esto constituye una oportunidad para poder incluir biodiversidad arbórea dentro de los sistemas de producción, especialmente los sistemas ganaderos, que como se verá más adelante la inclusión de árboles posee beneficios económicos y ecológicos para el sistema siempre que sean realizados con adecuado manejo y planificación.

3. SISTEMAS AGROFORESTALES

Los sistemas agroforestales (SAFS) son agroecosistemas en los que se ha incluido en su diseño y manejo, comunidades de árboles y arbustos con diversos criterios y cumpliendo múltiples funciones, que involucran lo ambiental, lo sociocultural y lo económico. (Bizzozero et al. ,2018).

Los sistemas de silvopastoreo son sistemas agroforestales que se diseñan para fomentar interacciones positivas de los árboles con los elementos de los sistemas de producción animal. Pueden diseñarse sistemas para la producción de aves, cerdos u ovejas, pero este trabajo se hará especial énfasis en sistemas de silvopastoreo para ganado vacuno.

3.1 Importancia de la Sucesión natural de especies

Un aspecto fundamental en la inclusión de árboles y su manejo asociado es el enfoque de la sucesión natural de especies, que es la estrategia que utiliza la naturaleza para evolucionar en el proceso de maduración de los ecosistemas. Básicamente la sucesión natural de especies es una sucesión de plantas que se preceden unas a otras y que van moldeando el sistema para facilitar la inclusión de otras especies; el resultado de este proceso es un ecosistema maduro o clímax.

Según Odum (1972), citado por Sarandon (2013) la sucesión ecológica se caracteriza por: 1) Ser un proceso ordenado y bastante predecible de desarrollo de la comunidad que comprende cambios en su estructura; 2) Resulta de la modificación del medio físico por la misma comunidad, aunque el medio físico condiciona el tipo y velocidad del cambio; y 3) Culmina con un ecosistema estabilizado en el que se mantiene la máxima biomasa por unidad de energía y el óptimo de relaciones simbióticas entre organismos. (Bizzozero et al, 2018)

La comprensión de la sucesión natural de especies nos permite alinearnos con los procesos de cambio de la naturaleza, que utiliza la energía para evolucionar los agroecosistemas a estadios más maduros, llamados “Clímax”; dichos estadios tienen la ventaja de ser más estables, más diversos, más resilientes[2] ante eventos climáticos y más eficientes, por lo tanto menos dependientes de insumos externos.

[2] Tomamos como definición de resiliencia a la capacidad que tiene un sistema de volver a su estado inicial luego de haber sufrido un evento traumático.

Tabla de ecosistemas maduros vs inmaduros (falta traducir y resumir)

Table 2-1. Differences between Immature and Mature Ecosystems		
Attribute	**Immature Ecosystem**	**Mature Ecosystem**
Total biomass productivity	Low	High
Amount of organic matter	Low	High
Source of mineral nutrients	Non-living (rocks, rainfall)	Biological (plants, animals, humus)
Mineral cycles	Open (many imports)	Closed (recycling)
Loss of nutrients	High	Low
Role of decomposers, detritus	Unimportant	Important
Microclimates	Few, harsh, shaped by non-living forces	Many, mild, shaped by plants
Dominant plants	Annuals	Perennials
Percent of biomass that stays from year to year	Low	High
Number of different species	Usually low	High
Diversity of patterns (different layers of plants, nutrient cycles, etc.)	Low	High
Food chains	Short, simple, linear	Complex, weblike
Specialization into niches	Few, wide	Many, narrow
Symbiotic relationships	Few	Many
Average size of organisms	Small	Large
Life cycles	Short, simple	Long, complex
Breeding strategy	Many seeds or young, given little support	Few seeds or young, well supported
Stability (resistance to disturbance, opportunistic plants)	Low	High
Overall complexity and organization	Low	High

Source: Adapted from W. H. Drury and I. C.T. Nisbet, "Succession." *Journal of the Arnold Arboretum* 54 (1973):336.

Fuente: Adaptado de W.H Drury and ICT Nisbet, "Sucession" Diaro del arboretum de Arnold. 1973

Este enfoque nos abre la posibilidad de integrar dentro de los esquemas de pastoreo a el manejo de los ecosistemas nativos, formados por pastizales asociados a bosques, donde las especies pioneras locales serán incorporadas con múltiples propósitos y se deberán conoce sus funciones , ciclos y características, para poder potenciarlas en el proceso de establecimiento de los rodales, los cuales con manejo y planificación pueden aportar sombra , abrigo ,producciones complementarias y fuentes alternativas de forraje a los sistemas de pastoreo extensivos.

Esto cambia la perspectiva de manejo de los recursos naturales donde pasamos de un modelo de exclusión a un modelo que permite la inclusión y la valorización de las especies nativas tanto arbóreas como herbáceas. Para poder avanzar en este sentido deberán profundizarse los estudios de pastoreo, cuantificar la capacidad de regeneración del bosque nativo bajo presión de ganado, ajustar las cargas de pastoreo de acuerdo a las épocas y cuantificar los tiempos de permanencia para garantizar que el sistema pueda sustentarse.

3.2 Importancia de las especies pioneras

Dentro del esquema de la sucesión natural de especies las especies llamadas pioneras tienen un rol fundamental. Las especies pioneras tienen la particularidad de crecer en condiciones difíciles, y a su vez la capacidad de cambiar esas condiciones mejorándolas para que otras especies arriben. Son las que hacen el trabajo “duro” y pueden adaptarse a una serie de condiciones distintas, pero interesantes para la integración en los agroecosistemas.

Tabla: características de las sps pioneras.

Crecen bien en el suelo que tenemos	Usualmente pobre!
Crecen bien en condiciones de humedad fluctuantes	Por lo general poca humedad.
Crecen rápido!	
Muchas de ellas fijan N	Asociadas con bacterias las cuales extraen N del aire y lo dejan disponibles para otras plantas.
Producen grandes cantidades de biomasa	Generalmente de las hojas y ramas que caen todos los años, aumentando la Materia orgánica del suelo
Son acumuladores dinámicos	Frecuentemente tienen un sistema radicular muy profundo que extrae nutrientes desde las capas más profundas. Aumentándolos en la capa superficial del suelo
Toleran podas frecuentes	Técnica “Chop and Drop”
A veces producen también	Aumentan el rango de productos del sistema.

Fuente:Hemenway. Año 2009.

Dentro de las especies pioneras existe una familia de gran importancia, las leguminosas, ellas gracias a una asociación simbiótica con una familia de bacterias del genero *Rhizobium*, tienen la capacidad de fijar el Nitrógeno gaseoso presente en la atmosfera (en un 80 % del total del volumen de todos los gases), y dejarlo disponible en el sistema (arboles, pasturas, fauna edáfica). Para el caso de Uruguay tienen especial relevancia para los agroecosistemas ya que las leguminosas arbóreas y arbustivas son la segunda familia más numerosa en número de especies en el grupo de árboles y arbustos de la flora nativa.

TABLA: ABUNDANCIA DE ESPECIES POR FAMILIA DE ARBOLES Y ARBUSTOS NATIVOS EN URUGUAY.

Dentro de familia de las leguminosas existe un grupo de especies que poseen ventajas evolutivas respecto a las demás para los sistemas de silvorastoreo; ellas son las especies de leguminosas de hojas compuestas: estas especies están 1) Mejor adaptadas a la herbivoría, es decir la forma de la distribución de los haces vasculares y los sistemas fotosintéticos están “duplicados”, y pueden seguir funcionando ante eventos de herviboría, 2) debido a su arquitectura, son capaces de dejar pasar grandes cantidades de luz indirecta a través de su follaje, (hasta un 40 % del total), lo cual permite el crecimiento de un tapiz de pastos de calidad debajo de ellas. 3) como se expuso al principio las plantas leguminosas tienen la capacidad de realizar fijación biológica de nitrógeno, por lo cual son entradas de Nitrógeno en el sistema, el cual es precursor de las proteínas tanto vegetal como animal; más adelante se expondrá que no solamente es posible producir pasturas bajo este tipo de árboles, sino que dichas pasturas son de mayor calidad nutricional y en algunos momentos del año de mayor cantidad respecto a la producción a sol pleno.

4 LOS ÁRBOLES Y SU IMPORTANCIA EN LOS AGROECOSISTEMAS

Dentro el enfoque de la agroecología, hablamos del manejo y diseño de Agroecosistemas. Los agroecosistemas son Ecosistemas modificados por acción humana con el objetivo de canalizar energía hacia la población de interés agrícola para obtener salidas. A continuación se enumeran los beneficios que se obtienen al incorporar arboles a los agroecosistemas separados por su impacto en elementos importantes, ellos son: el suelo, las pasturas, los animales, pero es importante entender que la incorporación de los arboles siembre es multipropósito es decir lo hacemos por más de una razón y mejoramos más de una característica de los agroecosistemas.

4.1 Los Árboles y el Suelo

Los SAFS pueden considerarse un sistema alternativo que ayuda a prevenir la degradación de la tierra permitiendo su uso continuo para producir cultivos y ganado de forma sostenible (Cacho 2001; FAO 2005).

Los arboles mejoran y conservan la calidad de suelo gracias a aportes continuos de biomasa aérea y producen el aumento de materia orgánica por la deposición continua de hojarasca y por los exudados de las raíces que profundizan en el suelo (Nair et al., 2008). Varios autores han informado que la biomasa y la diversidad microbianas son mayores en suelos de SAFS debido a los efectos de mejora de árboles y aportes de materia orgánica y las diferencias en la calidad y cantidad de residuos de hojarasca y exudados radiculares (Gómez et al., 2000; Myers et al., 2001; Mungai et al. 2005; Sørensen y Sessitsch 2007). La presencia de una comunidad microbiana del suelo grande y diversa es crucial para la productividad de cualquier agroecosistema.

Los arboles mejoran los aspectos químico-biológicos del suelo, debido a un mejor y más eficiente ciclaje de nutrientes por captación de nutrientes desde capas profundas, que se reintroducen en el sistema a través del lavado de hojas, ramas, mantillo y la muerte de raicillas en el suelo, así como por el efecto de la fauna presente.
A esto se suma la fijación biológica de nitrógeno (FBN), y el aumento de la disponibilidad y absorción de nutrientes por micorrizas, procesos simbióticos que ocurren con varios árboles de la familia de las leguminosas (Hernandez y Gutierrez 1999, Joaquin y Lizarraga 2001, Balieiro et. al. 2004).

4.2 Los Arboles y los animales

La incorporación de árboles es una práctica efectiva en reducir el impacto de la radiación solar directa sobre el ambiente térmico que rodea al animal, y resulta particularmente beneficioso como servicio a la ganadería en momentos del día que ocurren condiciones que puedan generar estrés térmico, con las consiguientes pérdidas productivas.” (CNFR, UDELAR, FAGRO, Uruguay, 2016). Según Pinheiro Machado (2015) pueden existir diferencias de 10-15 º C entre ambientes con y sin árboles, esto puede aumentar producción en un 4,2 % de leche y un 22 % de peso vivo en rumiantes. (Bortaburu et al 1996)
Según la percepción general y los comentarios de los productores, al incorporar montes se produce un efecto compensatorio entre los componentes (arboles-pasturas-animales), que se manifiesta en la productividad global del sistema. Adicionalmente, la forestación por si sola incrementa el resultado económico del sistema, aunque estos beneficios solo se consiguen en caso que se coseche y venda el producto madera (Cabrera et al, 2016).

Los animales a su vez, actúan como biodisponibilizadores de nutrientes y recicladores de la materia orgánica, se estima que una sola vaca puede producir

aprox. 2500 kilos de bosta al año, esto es una cantidad de nutrientes, biología y materia orgánica importante para fertilizar todo el sistema.

Con adecuado manejo de la carga y tiempos de pastoreo acordes los animales pueden crear micro perturbaciones en la superficie del suelo que aumentan la infiltración del agua en el sistema. (Savory A, 2018)

A su vez Los animales en este contexto tienen mejores niveles de productividad, al recibir mayores volúmenes de una alimentación más equilibrada y diversa. En un microclima donde están atenuadas las temperaturas extremas, tienen sombra, mayor humedad relativa atmosférica y menos viento (Hernandez y Gutierrez 1999, Joaquin y Lizarraga 2001, Balieiro et al. 2004, Carranza y Ledesma 2005, Murgueitio et al. 2011). Sin embargo, en condiciones climáticas más amenas al crecimiento animal, estos beneficios de los SSP no son tan claros (Aguiar y Targa 1999, citados por Balieiro et. al. 2004).

En los Sistemas de silvopastoreo también se observan mejoras en los procesos de regulación natural de plagas (mosca de los cuernos, garrapatas y parásitos internos), debido a la presencia de parasitoides y predadores en ambientes más biodiversos (Murgueitio et al. 2011).

Como se verá más adelante, para que los animales y los arboles puedan prosperar juntos, deberán realizarse manejos y practicas previas que aseguren la sobrevivencia y convivencia de ambos.

4.3 Los Árboles, las pasturas y forraje

Según un estudio realizado por Bernardi et al. (2016) en Uruguay la proporción de pastos C3 en la biomasa herbácea total se duplicó debajo de las copas de árboles en comparación con los pastizales abiertos. Las hierbas C3 contienen mayor contenido de nitrógeno que pastos C4 (Bernardi citando a Barbehenn et al., 2004). Además, dado que las especies de gramíneas C3 pueden mantener una mayor tasa de crecimiento durante las temporadas de invierno, su presencia puede aumentar la abundancia de forraje cuando la productividad del pasto en general es menor (Bernardi citando a Ode et al., 1980).

El mismo estudio realizado por Bernardi, citando a Van Soest, (2004) establece además que los árboles pueden afectar el contenido de nutrientes de las gramíneas y su abundancia. El contenido de nitrógeno en el forraje es un indicador de la concentración de proteínas, una clave determinante de la calidad del forraje para rumiantes.

Además de los efectos en las pasturas, diversos estudios describen las ventajas de incluir especies de árboles y arbustos como fuente de forraje, en los sistemas de pastoreo. Una investigación realizada por el CATIE, en costa rica, arrojo los siguientes resultados

1. El follaje de numerosas especies de árboles y arbustos puede mejorar la calidad de las dietas tradicionalmente usadas para la alimentación de los animales. El contenido en proteína cruda de este follaje generalmente duplica o triplica al de los pastos y, en varios casos, el contenido energético es también muy superior; comparándose incluso con el de los concentrados comerciales. La presencia de estos follajes en las dietas incrementa significativamente la producción de leche y las ganancias de peso de los animales.
2. Numerosas especies de árboles producen abundantes niveles de biomasa comestible por unidad de área, son tolerantes a la poda y fácilmente manejables desde el punto de vista agronómico. En asociaciones de gramíneas con leñosas forrajeros se puede incrementar significativamente la producción de proteína cruda por unidad de área con respecto a la obtenida con el pasto en monocultivo.
3. En asociación con pasturas, algunas especies de árboles no afectan o pueden incrementar significativamente la producción de las gramíneas.
4. En época de sequía, los árboles pueden producir cantidades superiores de forraje que las obtenidas con el pasto y tal producción es mucho más sostenida que la del pasto en condiciones en las que no se utiliza fertilizante químico.
5. Por encontrarse especies forrajeras en la mayoría de las zonas de vida de América Central, se pueden desarrollar sistemas silvopastoriles en diversas condiciones ecológicas. Además, por su versatilidad de manejo agronómico, pueden ser utilizados en sitios y fincas con limitaciones de área y propiciar una mayor sostenibilidad de la producción de forrajes sin competencia con otras actividades agrícolas.

4.4 Los árboles y los agroecosistemas

Según Giraldo et al., citado por Murgueito (2014), existe un incremento de la productividad primaria del agroecosistema ganadero al tener más árboles, arbustos forrajeros, arvenses y pastos vigorosos.

Además los árboles pueden facilitar directamente el crecimiento y la supervivencia de las plantas herbáceas al mejorar las condiciones de estrés abiótico y la mejora de la disponibilidad de recursos a través de diversos mecanismos que incluyen la reducción de la temperatura del aire y la evaporación del agua del suelo (Belsky et al., 1993), bombeando agua desde un suelo más capas más profundas por elevación hidráulica (Neumann y Cardon, 2012), y la fijación de nitrógeno (Stacey et al., 1992).

Como ya se mencionó, la inclusión de árboles puede mejorar la productividad y la calidad de los forrajes. Algunas especies Fijadoras de N que dejan pasar luz, permiten aumentar la producción de forraje hasta un 48 %. (WILSON 1991)

Además los arboles permiten la integración de otras actividades productivas, como producción de leña, madera, nueces, aceites esenciales, turismo natural o ecológico-recreativo, rescate de valores paisajísticos y culturales.

4.5 Los árboles y el cambio climático

Los sistemas de pastoreo en el mundo en su mayor extensión son totalmente dependientes de la disponibilidad de recursos naturales y son afectados por el cambio climático. Este proceso global genera un aumento de la variación interanual y estacional de las variables que determinan la disponibilidad de forraje y trae como consecuencia la reducción en la productividad pecuaria (Murgueito, citando a Steinfeld et al 2009). Por su diseño estructural, su composición y los procesos de manejo recomendados, los sistemas de silvopastoreo empiezan a considerarse como una herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático, en la medida que logren expandirse (Murgueito et al., 2011).

Además los sistemas de silvopastoreo contribuyen a mitigar el CC a través de varios mecanismos, como el incremento de los depósitos de carbono en el suelo y la vegetación leñosa, la reducción de emisiones de metano por mayor eficiencia en el rumen del ganado y menores perdidas de N hacia la atmósfera por un rápido y más eficiente reciclaje de excretas (Giraldo et al., citado por Murgueito, 2014).

La vegetación arbórea y arbustiva juega un papel fundamental en el paso del dióxido de carbono (CO_2) a formas químicas sólidas en especial las cadenas de carbohidratos asociadas a lignina. Las raíces de estas plantas a su vez

penetran en varios horizontes del suelo y contribuyen a aumentar la porosidad y el intercambio gaseoso en el suelo. A su vez la contribución de hojarasca es una fuente de alimento y refugio para organismos que participan en los procesos de descomposición (miriápodos, lombrices de tierra, escarabajos y otros) lo que mejoran las características del suelo (aireación, estructura y ciclaje de nutrientes) lo que aumenta la velocidad de procesamiento de la materia orgánica tanto de origen vegetal como animal. (Giraldo y Murgueito, 2010)

Según el Panel internacional para el cambio climático, la fermentación entérica y la degradación microbiana de las heces, son los procesos que más contribuyen al aumento de emisiones de los GEI[3], principalmente metano (CH4) y óxido de nitrógeno (N2O). Los principales factores que afectan la emisión de metano son el tipo de animal y las características nutricionales de las dietas como el consumo y la digestibilidad.

Los sistemas silvopastoriles, contribuyen a la reducción de las emisiones de GEI a través de la captura de carbono en árboles y suelos debido al aumento de la cobertura vegetal y a la disminución de los procesos de deforestación, adicionalmente al contar con pastos y forrajes de mejor calidad nutricional (hojas de árboles y praderas más exuberantes) se reducen significativamente las emisiones de metano a la atmósfera debido a un proceso fermentativo más eficiente a nivel ruminal (Murgueito citando a Barahona y Sanchez, 2005) e indirectamente por la reducción del uso de pesticidas y otros insumos (Murgueito et al, 2011)

4. ALGUNOS EJEMPLOS DE DISEÑOS DE SAFS PARA ANIMALES

4.2 Bancos de forraje

Los sistemas se conforman de especies con potencial para generar alimento animal (ganado vacuno, suino, aves, etc.) dentro del predio. En otros países como Colombia o Venezuela, hay una larga tradición de la incorporación de especies de leguminosas de porte arbustivo (Acacia, Leucaena, Tagasaste) con el propósito de proveer una fuente de proteína y forraje de calidad, sobre todo en las épocas de sequía o en el periodo invernal donde la oferta de pasturas es escasa. También existen beneficios indirectos
como sombra y protección y mejora del desempeño de las pasturas del predio, ya que las especies utilizadas generalmente son leguminosas forrajeras con

[3] Gases de efecto invernadero

capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y dejarlo disponible para otras especies. (Bizzozero et al, 2018)
Como lineamientos generales las especies arbóreas y arbustivas leguminosas de hojas compuestas tienen ventajas evolutivas para la adaptación a la herbívoría, además, se han detectado mayores contenidos de nitrógeno en gramíneas creciendo bajo la copa de árboles leguminosos, aumento derivado de la FBN (Dias et al. 2007),esto puede redundar en un mayor contenido proteico. Algunas especies citadas por productores y técnicos locales son *Leucaena leucocephala*, Acacias, Tagasaste, Acacia Blanca, y las nativas como Plumerillo rojo y el Canelón.

4.3 Callejones para pastoreo

Los sistemas de pastoreos en callejones son el ensamble de hileras de especies arbóreas o arbustivas junto con parcelas de cultivos forrajeros o praderas naturales manejadas para la alimentación animal. Muchas de las especies utilizadas pueden ser especies pioneras FBN, las cuales además de tener un rápido crecimiento, pueden mejorar la disponibilidad de N a las especies forrajeras circundantes. La función de su integración en el sistema son varias , ya que mejoran el confort térmico del animal, y aumentan la disponibilidad de agua en el sistema disminuyendo la evapotranspiración del agua en el sitio por mejor protección de la luz solar directa y el viento, mejoran la disponibilidad y calidad del forraje, además que permiten otras producciones complementarias. Las especies a utilizar pueden ser especies madereras de porte alto o especies para la producción de nueces. Algunas especies aptas para callejones son: *Eucaliptus grandis, Eucaliptus tereticornis, Grevillea robusta, Carya illinoensis,* algunas leguminosas nativas como Angico, Prosopis (lento crecimiento) e Ibirapitá.

4.4 Sistemas de sombra y abrigo

Un SAF de sombra y abrigo se diseña y conforma con el objetivo de la producción de sombra de calidad así como reparo de viento de los flancos más frecuentes (Sur este en general) pero hay que ver la situación local. En el diseño se integran los principios de la sucesión de especies utilizando especies pioneras leguminosas que produzcan un “escalón de sombra” en el corto plazo y además otorgue beneficios para las especies de más valor, como la FBN, reparo, protección y biomasa al sistema. Se puede incluir especies que produzcan frutas, especies aromáticas, o incluir biodiversidad arbórea y arbustiva Generalmente se diseñan con varias filas de acuerdo al espacio

disponible, y con especies de distintos portes y funciones. Las especies a utilizar deberán ser de rápido crecimiento, buena adaptación a climas extremos y que produzcan sombra de calidad, en este sentido nuevamente las leguminosas pioneras tienen claras ventajas para su inclusión: Algunas especies son: Acacia dealbata, Acacia Mearsnii, Tipuana tipu, Grevillea robusta, Acacia melanoxylon.

5. ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA INCLUSIÓN DE ÁRBOLES EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Algunos de los aspectos más importantes a tener en cuenta son:

1. Tener en cuenta problemas de toxicidad de algunas especies, por ejemplos las leguminosas con el contenido de taninos en sus semillas, o el timbo con el contenido de saponinas en su frutos que pueden causar abortos.
2. El cuidado en los estadios iniciales de los sistemas de los árboles, en los cuales siembre se aconseja aplicar todas las técnicas que faciliten la instalación de los árboles, lo que incluye; adecuado diseño para su ubicación, análisis de suelo ,incorporación de compost ,riego , mulchs orgánicos, protección de las hormigas cortadoras, liebres y entutorado cuando los vientos lo ameriten.
3. La correcta planificación en la instalación que permita la separación de los animales en sus etapas iniciales, para ellos se podrán instalar cercas eléctricas cuando sea posible o barreras físicas.
4. Se recomienda orientar las hileras principales de los sistemas con dirección Norte Sur, de esta manera se hace un barrido de la luz del sol más parejo en toda la superficie del árbol y en las entrefilas, especialmente cuando se integran la producción de forraje, pasturas, frutas y nueces.
5. Es deseable que las instalaciones de los árboles se realicen en otoño temprano, cuando la energía de los sistemas promueve la formación de raíces y además las condiciones climáticas no son tan demandantes de agua y nutrientes. Las especies nativas que pueden plantarse en primavera temprano también (comienzos de setiembre).

6. EJEMPLO DE SISTEMA SILVOPASTOREO

6.1 Carlos Bounus: Sistema silvopastoril con producción de nueces

Caracterización productiva:
Superficie predio: 3 has
Superficie de pecan: 1 ha implantado en año 2011 y 2012.
6 a 7 años de edad.
5 m2 de copa promedio/árbol.
Variedades pecan: Desiderable/ Stuart/ Yoyoni
Distancia de árboles 12 metros filas, 11 metro en hilera. Callejones de pastoreo PRV.
Con riego:
Manejo de monte: los primeros 4 años cama de pollo y sulfato de zinc.
Producción de nuez actual 3 kg/planta.

6.1.1. PRODUCCION ANIMAL

Razas: Averdinangus para carne
Holando para producción de vaquillonas lecheras

El ciclo se basa en la compra de terneros (3 meses) para ambas categorías y realizan engorde hasta 400 kilos categorías de carne y hasta comienzo de producción de leche en categorías lechera. El ciclo es continuo y dura unos 2 años.

Posee monte de abrigo extra en el predio, las cargas manejadas son: 2 a 3 UG/HA/AÑO (2,5) Y la carga instantánea es de 200UG/ parcela (parcelas son de promedio de 420 m2 superficie, y van de 300 m2 a 600 m2), se manejan 2 a 3 lotes de 5 a 6 animales cada uno.

6.1.2. ALGUNOS RESULTADOS

600 A 800 kilos de pesos vivo/ha/año.

MANEJO: Podas basales de las ramas a alturas inferiores de 1,2 m, no dejar nada, ya que las vacas las ramonean y pueden rajar las ramas y troncos.

IMAGEN: Sistema silvopastoril con producción de nueces pecan: Productor Carlos Bounous. Colonia valdense. Colonia. Uruguay.

7. CONCLUSIONES

Son varias las conclusiones respecto a beneficios de la inclusión de árboles en sistemas de silvopastoreo, se destacan las siguientes:

La integración de árboles en sistemas intensivos de silvopastoreo, permite generar bancos de forraje con alta densidad de arbustos forrajeros combinados con pastos de alta productividad, y árboles para sombra y madera.

Los arbustos forrajeros proveen alimento en periodos de sequía por la extracción de agua desde capas más profundas que las que exploran especies herbáceas, producen biomasa de alta calidad forrajera, permiten incrementos en la carga animal y en la productividad, reducen el estrés por calor de los animales, favorecen la regulación del ciclo hidrológico, potencian la regulación natural de plagas debido al incremento de la biodiversidad, y mitigan los efectos del cambio climático.

Uruguay tiene un potencial no aprovechado en la inclusión de árboles en los sistemas de pastoreo extensivos, este potencial tiene que ver con cambios en los regímenes de lluvias y temperaturas regionales.

Esta inclusión puede mejorar la productividad de los sistemas, lo que repercute en una mayor eficiencia en la utilización de recursos para la producción de carne y leche.

8. BIBLIOGRAFÍA

1) Aguirre S. Galvan G. INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE SILVOPASTOREO CON PRODUCTORES GANADEROS DE COLONIA GESTIDO (URUGUAY) 2012. FACULTAD DE AGRONOMIA.
2) Murgueitio R., Enrique; Chará O., Julián; Barahona R., Rolando; Cuartas C., César; Naranjo R., Juan LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES INTENSIVOS (SSPI), HERRAMIENTA DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 17, núm. 3, 2014, pp. 501-507, Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México.
3) Bizzozero F., Carro G., Guazzelli J. M. (2018). Sistemas Agroforestales Agroecológicos, Bioma Pampa. 68p. CEUTA - CENTRO ECOLÓGICO.
4) Bernardi R., Inger K. J Holmgren M. Trees improve forage quality and abundance in South American subtropical grasslands (2016) Agriculture, Ecosystems and Environment 232 (2016) 227–231.
5) D'Atr P. PASTIZALES DEL MUNDO (2007). Novedades de Biodiversidad en América Latina Nº 160.
6) IPS (Inter Press Service) e IFEJ (Federación Internacional de Periodistas Ambientales).
7) Vivan, Jorge (1998). Agricultura y Florestas. Brasil: AS-PTA.
8) Salazar, L., Nobre, C. & Oyama, M. (2007). Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America. Brasil. Geophys. Res. Vol., 34, L09708, doi10.1029/2007GL029695
9) Hemenway, Toby (2009). Gaia's Garden. A Guide for Home-Scale Permaculture. 2ª ed. Estados Unidos: Chelseagreen.

Webgrafia:

Alianza del pastizal:
http://www.alianzadelpastizal.org

http://whc.unesco.org/en/list

Producción: Centro Ecológico (www.centroecologico.org.br)
Elaboración: Gastón Carro
Revisión: Maria José Guazzelli
Diagramación: Miriam Sperb
Arte tapa: Amanda Borghetti
Primavera de 2018

"*Este material ha sido financiado parcial o íntegramente por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Asdi). Las opiniones en él vertidas no son compartidas necesariamente por Asdi. La responsabilidad sobre el contenido recae exclusivamente en los autores del material".*

.