

Universidad Juan Agustín Maza. Facultad
de Ciencias Veterinarias y Ambientales



SISTEMAS SILVOPASTORILES: POSIBLE APLICACIÓN EN LA ZONA FRUTÍCOLA DE MENDOZA

Autor: Sofia Molina

Tutor: Mgter. Vet. Valentina Hynes

Mendoza, Marzo de 2021

ÍNDICE

Resumen	3
Introducción	3
Sistemas Silvopastoriles	6
Beneficios de los Sistemas silvopastoriles	9
Antecedentes en el mundo y Argentina	12
Producción frutícola en Mendoza	16
Producción Caprina	18
Objetivos	24
Materiales y métodos	24
Discusión	24
Modelo de SSP en la zona frutícola de Mendoza	29
Análisis FODA de un SSP en Mendoza	32
Conclusión	35
Bibliografía	35

Resumen

En América Latina la ganadería es una de las principales aplicaciones de la tierra. Las prácticas utilizadas hasta ahora han dado cuenta de los bajos niveles de producción, rentabilidad, sostenibilidad y efectos negativos para el medio ambiente que conllevan; lo que hace suponer una prioritaria reconversión de la ganadería. En el presente trabajo se tuvo como objetivos: realizar una revisión bibliográfica de los sistemas silvopastoriles (SSP), los antecedentes en el mundo y Argentina, caracterizar la producción frutícola y caprina de la provincia de Mendoza, Argentina, y por último evaluar una posible aplicación de SSP en áreas productivas de la provincia. Para la revisión se realizó la lectura de trabajos científicos y se incluyó información de diversos organismos como ONU, FAO. Para la caracterización de la producción frutícola y caprina se recurrió a información brindada por organismos gubernamentales, trabajos de investigación y planes estratégicos provinciales. Se analizaron los beneficios de los SSP, en conjunción con la actividad caprina y frutícola, a partir de lo cual se estableció un posible modelo de aplicación para la provincia. Se propone el funcionamiento conjunto de las actividades, analizando diversos factores que mejorarían con la implementación de un SSP tales como el recurso hídrico, suelos, bienestar animal, rentabilidad, productividad, diversidad biológica y ordenamiento ambiental de territorios ganaderos. Luego del análisis y con el modelo de aplicación de SSP, se concluye que representan una alternativa viable y sostenible, que ayudaría a combatir el cambio climático. No suponen daños al medio ambiente y es posible aplicar un modelo silvopastoril en el área frutícola de Mendoza ya que su implementación mejoraría los suelos, ordenamiento territorial y preservación del ambiente, generando mayores índices de biodiversidad, rentabilidad y productividad, aportando a la economía de pequeños productores, además de ofrecer una mayor posibilidad de inversión en la provincia.

Introducción

El manejo inadecuado de los suelos ha provocado su deterioro progresivo con impactos negativos en la producción ganadera, lo que ha incidido en la producción de carne y leche, incrementa los costos de producción y causa efectos desfavorables en el medio ambiente¹.

Debido al uso indebido de tecnologías intensivas y a las políticas gubernamentales, los recursos naturales que son necesarios para impulsar el desarrollo agropecuario en la mayoría de los países tropicales experimentan un deterioro acelerado, que pone en peligro la satisfacción de las necesidades más

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofia Molina

vitales de las generaciones futuras, con sus consiguientes riesgos para la estabilidad ecológica, social, política y económica de los países en vías de desarrollo. La responsabilidad ante esta realidad desfavorable se le atribuye, fundamentalmente, a la ganadería².

En América Latina y el Caribe, la ganadería vacuna es una de las principales aplicaciones de la tierra³. Una parte considerable de esta actividad se caracteriza por bajos niveles de productividad y rentabilidad, así como por la generación de efectos ambientales negativos como la degradación de las pasturas y su baja sostenibilidad².

El cambio de uso del suelo para la expansión de cultivos y pastoreo es la principal causa de deforestación en América Latina. Con la remoción de la cobertura boscosa, los suelos quedan expuestos a la erosión y pueden ser estériles en menos de 10 años⁴.

La producción ganadera, y en particular la bovina representa el 30% de la superficie agrícola mediante el uso directo de pastos y cultivos forrajeros⁵. Además, contribuye del 10 al 18% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI), y la producción de carne y leche representa aproximadamente la mitad de las emisiones totales del ganado^{6,4}.

En estudios recientes se indica el incremento significativo en las tasas de deforestación, acompañado de procesos de degradación de suelos, fragmentación de paisajes, pérdidas de biodiversidad y reducción del nivel de ingresos⁷.

La ganadería también ha generado impactos ambientales negativos durante décadas, por presión directa o indirecta sobre los recursos naturales, por ejemplo muchas áreas con bosque nativo se han deforestado para la implementación de pasturas, y esto ha afectado negativamente las especies que los habitan y ha reducido los beneficios ambientales que estos otorgan a la sociedad⁸.

A pesar que en América Latina y El Caribe existen diversos sistemas de producción ganadera, algunos con índices de producción y competitividad en el contexto global del mercado, el común denominador son las formas extensivas de manejo ya que poseen pobres indicadores de desempeño como una baja carga animal por unidad de superficie y bajos parámetros reproductivos. Estos indicadores ligados a las condiciones de pobreza y bajas oportunidades de educación, servicios públicos y presencia estatal, obligan necesariamente, a promover la reconversión ambiental ganadera utilizando incentivos económicos y de otro tipo⁹.

Se hace necesario replantearse la forma convencional de realizar las actividades agrícolas, forestales y ganaderas, caracterizadas por monocultivos y preocupantes síntomas de insostenibilidad económica, social y ambiental¹⁰. La

ganadería se puede desarrollar a partir del manejo que favorezca la incorporación de árboles y arbustos en las diferentes modalidades de sistemas silvopastoriles, con una práctica indispensable para la producción animal² y ésta se debe abordar desde el punto de vista de la integridad funcional y con un enfoque multi e interdisciplinario. Del mismo modo, la sostenibilidad debe también contemplar los aspectos medioambientales, económicos y socioculturales de los sistemas de producción, y sus interrelaciones con los aspectos productivos¹¹. También supone la reconversión social y ambiental de la ganadería como una urgencia y prioridad¹².

El desarrollo de alternativas tecnológicas adecuadas a las condiciones ecológicas y socioeconómicas de la región, debe jugar un papel decisivo en la generación de bienes de consumo de manera más sostenida y más acorde con el uso racional de los recursos naturales¹³.

La viabilidad de esto es posible con las alternativas disponibles, la organización de los productores si se aplican una serie de principios relacionados con el ordenamiento territorial y la biodiversidad existente, permitiendo incluso que posiblemente coincidan los beneficios socioeconómicos con los ambientales¹⁴.

Actualmente representa un desafío para la población implementar sistemas de producción agropecuaria que sean sostenibles y para lograr este propósito, deben utilizarse los sistemas silvopastoriles, pues estos constituyen una alternativa promisoriosa desde el punto de vista económico. Además, es una opción rentable para el productor, pues permite elevar los niveles de producción agrícola, animal y forestal¹⁵.

Es importante considerar medidas que puedan contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a incrementar su captura en los suelos y biomasa. Una opción se basa en la captura de carbono en los suelos mediante sistemas silvopastoriles para desarrollar una ganadería sostenible, ya que es la única forma de hacerle frente a un problema de orden mundial como el cambio climático¹⁶.

El gran desafío en la actualidad es el diagnóstico de la calidad de vida de los suelos, para poder desarrollar un sistema productivo basado en una agricultura sostenible en sí misma, conservadora de los recursos, eficiente en energía y socialmente viable¹.

En América Central existe un interés creciente por el diseño y manejo de los sistemas silvopastoriles, con el fin de mejorar y diversificar la productividad de las fincas, asegurando su sostenibilidad y brindando los servicios ecológicos tales como la conservación de las fuentes de agua, conservación de la biodiversidad y secuestro de carbono¹⁷.

Sistemas Silvopastoriles

El Silvopastoreo es un tipo de agroforestería, considerada como una opción de producción pecuaria donde especies vegetales (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral. Los árboles pueden ser de vegetación natural o cultivados con fines maderables, para productos industriales, como frutales o árboles multipropósito, en apoyo específico para la producción animal. Por lo tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles¹⁸. Ojeda y colaboradores¹⁴ describen y establecen 6 diversos tipos de SPP que son:

- **Cercas vivas:** Es una sola hilera de árboles y/o arbustos que delimitan una propiedad; pero también, pueden localizarse en diferentes partes como por ejemplo en la división de potreros en fincas ganaderas.
- **Bancos de proteínas:** Áreas en las cuales los árboles y/o arbustos se cultivan en bloque y a alta densidad (mayores a 5000 plantas/ha). Generalmente se encuentran asociados con pastos o alguna otra especie forrajera de tipo herbáceo. El propósito es aumentar la producción de forraje para la alimentación animal, el cual debe ser de alta calidad nutritiva.
- **Pastura en callejones:** Sistema en el cual se establecen surcos o hileras de árboles y/o arbustos forrajeros de rápido crecimiento, en asocio con plantas herbáceas (pastos o leguminosas) entre las hileras. Su objetivo es proveer mayor producción de forraje para los animales, mejorar la calidad del suelo y reducir los procesos de erosión.
- **Árboles y arbustos dispersos en potreros:** Sistema en el cual los árboles y/o arbustos se encuentran distribuidos al azar dentro de las áreas de pastoreo. Generalmente, la función de los árboles y/o arbustos en este sistema es la de proveer sombra al animal en días calurosos, o refugio en días lluviosos. Además; pueden generar otros productos (forraje, leña, frutos y semillas) y servicios (fijación de nitrógeno, aporte de materia orgánica, protección).
- **Pastoreo en plantaciones:** Herbáceas forrajeras (pastos y/o leguminosas) se encuentran asociadas con leñosas de alto valor económico; debido a que son árboles y/o arbustos destinados para la producción de leña, madera, frutas o semillas.
- **Barreras rompevientos:** Son hileras (1 a 10) de árboles, arbustos, o ambos de diferentes alturas y establecidos en sentido opuesto a la dirección principal del viento. Su función es reducir la velocidad del viento en la zona cercana al

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza

Sofía Molina

suelo, reducir la acción mecánica del viento sobre los cultivos y animales, evitar la pérdida de fertilidad del suelo por causa de la erosión eólica y contribuir a regular las condiciones de microclima a nivel de finca.

La decisión sobre cuáles de estas opciones se implementarán en una finca determinada, será en función de diversos factores, entre los que se citan: objetivos que tiene el productor con respecto a las leñosas perennes y a las forrajeras, el tamaño de la finca, localización, topografía, disponibilidad de mano de obra, y otros recursos económicos¹⁹.

Dentro de los objetivos para el desarrollo sostenible para el 2030 propuestos por la ONU en el 2016, se plantea la utilización de las plantas perennes leñosas en los sistemas ganaderos²⁰. La aplicación del sistema silvopastoril (SSP) representaría una sinergia con los objetivos del desarrollo sostenible propuestos por la ONU.

La definición de sistemas silvopastoriles de Montagnini y colaboradores es que los SPP son un tipo de sistema agroforestal simultáneo en el cual interactúan plantas leñosas perennes con herbáceas o volubles y con la presencia de animales domésticos principalmente bovinos, ovinos y caprinos²¹. Aquí se combinan el cultivo agroecológico de arbustos forrajeros en alta densidad para el ramoneo directo del ganado; se emplean varios pastos tropicales seleccionados y muchas especies de árboles maderables o frutales²².

Los sistemas silvopastoriles, son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales, con o sin la presencia de cultivos. Son practicados a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas-comerciales con inclusiones de ganado como complemento a la agricultura de subsistencia. Estos intentan un manejo holístico de los recursos naturales, al asociar en un mismo terreno y de forma planeada una vegetación herbácea para la alimentación del ganado, con vegetación arbustiva y arbórea que pueda proveer impactos positivos sobre el ambiente y satisfactores que generen un ingreso adicional para el productor rural: madera, leña, resinas, frutas²³.

El sistema silvopastoril es un tipo de sistema agroforestal, que implica la presencia de animales entre o bajo los árboles y/o arbustos; interactuando directa (ramoneo) o indirectamente (corte y acarreo del forraje). Las especies leñosas perennes (árboles y/o arbustos) pueden establecerse naturalmente o ser plantados por el productor dentro de las zonas de pastoreo; sea con fines maderables, para productos industriales, como frutales, o multipropósito en apoyo específico para la producción animal¹⁴.

En un estudio realizado por Murgueitio se establece que los sistemas silvopastoriles constituyen una modalidad de sistema agroforestal pecuario para la

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza

Sofía Molina

producción de carne, leche, madera, frutas y otros bienes asociados en el que interactúan en el mismo espacio y tiempo una o más especies de varios estratos. En el estrato herbáceo se encuentran gramíneas forrajeras nativas de América o introducidas, y plantas leguminosas herbáceas. El segundo estrato de vegetación tiene arbustos forrajeros para el ramoneo del ganado. El sistema incluye un tercer y hasta cuarto estrato o nivel trófico formado por árboles de todo tipo y la oferta permanente de agua de buena calidad en bebederos móviles y sal mineralizada balanceada. El uso de la tierra está caracterizado por aplicar simultáneamente varios principios agroecológicos orientados a la maximización de la transformación de la energía solar en biomasa, la fijación biológica del nitrógeno, la solubilización del fósforo, la acumulación de materia orgánica en el suelo, el pastoreo rotacional, el uso inteligente del agua, la conservación de la diversidad biológica y el bienestar animal²³.

En ellos se desarrollan, conjunta y armónicamente árboles o arbustos, pastos y animales en interacción con el suelo y los árboles y pasturas se explotan para la producción animal^{24.2}. Murgueitio²³ especifica que los SSP son un uso de la tierra dentro de la modalidad de los Sistemas Agroforestales Pecuarios (SAFP) caracterizados por aplicar varios procesos agroecológicos como la conversión de energía solar en biomasa a través de una vegetación estratificada, una alta fijación de nitrógeno atmosférico, la protección y uso sustentable del agua, la rehabilitación de suelos degradados, el reciclaje de nutrientes, la oferta de hábitat para organismos controladores biológicos, y la conservación y uso de la biodiversidad.

En los sistemas de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril, se integran procesos bióticos y abióticos dinámicos, en una modalidad de agroforestería con combinaciones de especies vegetales-animales y, patrones de uso y manejo agroecológico que permite incrementar la productividad de forma sostenible y conservar la biodiversidad²⁵.

El objetivo de estos sistemas es incrementar la productividad de forma sostenible, además de alcanzar otros beneficios²⁵ y constituyen, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social; una de las modalidades más prometedoras de los sistemas agroforestales¹⁹.

Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) son producto de una larga convergencia de trabajos científicos de investigadores, docentes y productores perteneciente a diferentes instituciones por más de tres décadas²⁶ y, aunque son un término nuevo, se utilizan para identificar alternativas practicadas por algunos productores ganaderos desde tiempos remotos²². Los SSPi alcanzan gran auge e importancia, por la necesidad de disminuir los efectos de degradación de los recursos naturales (agua, suelo y vegetación) causados por reconversión no planificada de los

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza
Sofía Molina

sistemas de producción agrícola y áreas boscosas, hacia el sistema de producción ganadero tradicional, donde se ha privilegiado el monocultivo de gramíneas (pastos)²².

Se ha reportado evidencia que los sistemas silvopastoriles han demostrado ser una alternativa ecológica, económica y socialmente sustentable para las áreas ganaderas, con resultados productivos y rentables sin el deterioro del ambiente²⁶.

Las interacciones que resulten con esta nueva estructura permitirá por un lado diversificar la producción y por otro; lograr un manejo sustentable de los recursos suelo y vegetación, disminuyendo de esta manera los procesos degradativos que generalmente ocurren bajo un sistema en monocultivo²².

El sistema silvopastoril permite que la producción ganadera sea más sustentable, porque la interacción entre sus componentes aporta beneficios al suelo, a la pastura, al ganado y a los árboles; además de, un aumento en la productividad y la diversificación de la producción²⁷.

Es importante que se tomen ciertas medidas que puedan contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a incrementar su captura en los suelos y biomasa. Una opción plausible se basa en la captura de carbono en los suelos mediante sistemas silvopastoriles para desarrollar una ganadería sostenible, ya que es la única forma de abordar un problema de orden mundial como el cambio climático¹⁶. Estos representan un aporte significativo a la mitigación del cambio climático, beneficio que puede incrementarse si se introducen técnicas de manejo²⁸ y constituyen un buen ejemplo de intensificación de la agricultura por la vía natural, que tiene un lugar especial en el mundo contemporáneo por la demanda creciente de carne y leche por parte de la sociedad²⁹.

Beneficios de los Sistemas silvopastoriles

Los Sistemas silvopastoriles intensivos han demostrado ser una alternativa tecnológica que mejora la competitividad de las empresas ganaderas y mejora significativamente los indicadores de producción de plantas y animales, ya que las prácticas de gestión introducidas como parte de estos sistemas hacen que la producción ganadera sea más eficiente. Es un modelo exitoso de producción sostenible en varios países latinoamericanos. Se ha reportado evidencia de que los SSPi aumentan el bienestar animal a través de la mejora de la nutrición, el mantenimiento de una condición corporal óptima, la promoción de una mayor eficiencia del sistema inmune y, por lo tanto, un mejor estado de salud, y que los SSPi proporcionan condiciones que ayudan a los animales a lidiar mejor con los estresores ambientales³⁰.

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofia Molina

Alonso y colaboradores² estudiaron los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente y establecieron diferentes servicios ambientales que estos brindan. Estos son el incremento de la producción y calidad de las pasturas, la restauración de suelos degradados, el mejoramiento de los recursos hídricos, secuestro de carbono y de gases con efecto invernadero y conservación de la biodiversidad.

En un estudio realizado por Gamarra²⁷ donde se analizan suelos de SSP, se reportaron beneficios como la mejora de la productividad, la rentabilidad y la sustentabilidad de la explotación, ya que se combinan especies leñosas con pastura y animales de producción, y éstos aportan condiciones que permiten el bienestar animal, así como la protección del suelo contra la erosión y la compactación. Además mejora la fertilidad a través del ciclaje y transporte de nutrientes desde el subsuelo hasta la copa, y la acumulación de materia orgánica superficial.

Los SSP permiten por un lado diversificar la producción y por otro, lograr un manejo sustentable de los recursos suelo y vegetación, disminuyendo de esta manera los procesos degradativos que generalmente ocurren bajo un sistema en monocultivo¹⁴.

El silvopastoreo es una alternativa que permite producir con múltiples beneficios al medio ambiente. Las principales razones por las cuales los sistemas silvopastoriles han sido demostrados como una alternativa para los sistemas de producción ganaderos son¹⁸.

Los efectos positivos sobre el suelo: La incorporación de leñosas perennes (árboles y arbustos) en los SSP permite incrementar la fertilidad del suelo, mejorar su estructura y disminuir los procesos de erosión¹⁸.

El reciclaje de nutrientes: El manejo de gramíneas acompañado con árboles y/o arbustos, permite que una fracción representativa de los nutrientes que son extraídos de la solución edáfica sea retornada a ella mediante la deposición en la superficie del suelo, del follaje y residuos de pastoreo o podas¹⁸.

La fijación de nitrógeno: Las leguminosas se asocian con bacterias del género *Rhizobium* para captar nitrógeno atmosférico haciéndolo disponible para las gramíneas en el suelo¹⁸.

La acción de micro y macro fauna: La mayor presencia de materia orgánica en el suelo y el microclima (humedad y temperatura) creado por la presencia de árboles, favorece la actividad biológica de la micro y macro fauna, lo cual resulta en una mayor mineralización y disponibilidad de nitrógeno en el suelo¹⁸.

El control de erosión: los árboles en sistemas silvopastoriles cumplen funciones ecológicas de protección del suelo disminuyendo los efectos directos del sol, el agua

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza
Sofía Molina

y el viento³¹. Gómez y Velásquez³² demostraron que en suelos descubiertos o con monocultivos de gramíneas, la pérdida de suelo es mayor que en los bosques. El control de la erosión hídrica por parte de los árboles se debe a su vez a cuatro efectos: Reducción del impacto de la lluvia sobre el suelo, aumento de la infiltración, permanencia de materia orgánica sobre la superficie del suelo y efecto agregado de las partículas del suelo³³.

Los efectos positivos sobre la preservación de fuentes de agua: La presencia de árboles afecta la dinámica del agua de varias formas: actuando como barreras, las cuales controlan la escorrentía; como cobertura, la cual reduce el impacto de gota, y como mejoradores del suelo, incrementando la infiltración y la retención de agua³⁴. Pasturas bien manejadas con bajas presiones de carga animal, mantienen una buena cobertura a través del año siendo muy eficientes en la captación de agua. Las investigaciones demuestran que bajo acciones planificadas la intervención de los ecosistemas podría mejorar la permanencia de uno u otro recurso¹⁸.

Efectos positivos sobre el ambiente: El cambio de uso de bosques a pasturas, lo cual disminuye los contenidos de carbono en el suelo, debido a aumentos de temperatura que aceleran los procesos oxidativos de compuestos orgánicos, sumado a prácticas tradicionales como quemas, labranza convencional y disturbios en los ecosistemas como el desmonte y el subsiguiente disturbio del suelo que también aumentan la actividad microbiana y los procesos oxidativos, son procesos que en un SSP y con el incremento de la cobertura de vegetación como la conversión de pastura pura a sistemas silvopastoriles, incrementa la cantidad de carbono almacenado¹⁸.

La fauna también se ve beneficiada en un SSP ya que una mayor presencia de componente arbóreo y la abundante cobertura vegetal herbácea en los sistemas de pastizales indican mayores posibilidades de recursos para la presencia y refugio de la fauna y a su vez favorece una mejor conexión entre los agroecosistemas para las distintas formas de vida silvestre³⁵.

Por otro lado, cabe destacar que el SSP no sólo aporta beneficios al medioambiente como se mencionó anteriormente, sino que tiene gran importancia y beneficios para los productores debido a que les brinda leña, postes, estacas, madera y pastos, representando una importante contribución al bienestar de sus familias³⁶.

Con un manejo adecuado, la presencia de árboles contribuiría a mejorar la vida útil de los pastizales, a incrementar la diversidad funcional y a sostener determinada capacidad de carga biológica, cambiante en el tiempo y condicionada por numerosos factores en cada agroecosistema. Además, se genera una mayor capacidad de sostener vida, donde convergen muchas especies que pueden cohabitar en los agroecosistemas de pastizales³⁵.

Antecedentes en el mundo y Argentina

Los sistemas más estudiados y en los que existen mayor número de reportes son los sistemas asociados con árboles y/o arbustos leguminosos, en donde se presenta un mayor número de interacciones entre los componentes¹⁸.

La aplicación de éstos sistemas se ha llevado a cabo principalmente en países de centroamérica como por ejemplo en Michoacán México durante el 2008 y 2009, donde se estableció el sistema silvopastoril intensivo (SSPi) con base en *Leucaena leucocephala*, con el objetivo de alimentar el ganado bovino de doble propósito. Se ha logrado como resultado que en la actualidad del SSPi en la zona sea la mejor opción desde el punto de vista de la sustentabilidad y rentabilidad, ya que los antecedentes en el sitio demuestran que los sistemas tradicionales son menos viables³⁷.

Otro lugar donde se han aplicado sistemas silvopastoriles es en Manabí, Ecuador durante el año 2017, donde se evaluó la viabilidad económica y financiera de los sistemas silvopastoriles tradicionales para la producción de biocombustibles como aporte a la sostenibilidad, concluyendo en que la alternativa de producción de biocombustibles con sistemas silvopastoriles es el sistema de mayor rentabilidad y que no competiría por superficies de cultivo para la producción de alimentos, sin afectar a la seguridad alimentaria³⁸.

En Apatzingán, provincia de Michoacán (México) se evaluó el comportamiento productivo de bovinos doble propósito en un SSPi. La actividad se llevó a cabo mediante seguimientos técnico-económicos. Se realizó el monitoreo de variables productivas y económicas tales como consumo de forraje, producción de leche, peso, ingresos y egresos de 60 vacas. El SSPi durante la mayor parte del año mantuvo la producción de forraje, la carga ganadera, el peso y condición corporal de las vacas, así como la producción constante de leche y carne que se reflejan en un mayor ingreso para la unidad de producción (UP) debido al bajo costo que supone la alimentación del ganado, la cual depende básicamente del forraje que se produce en la superficie disponible. Asimismo, el SSPi se postuló como una alternativa para el desarrollo de la ganadería doble propósito en condiciones de trópico seco. El uso y aprovechamiento de superficies cultivadas con gramíneas y leguminosas bajo un SSPi favoreció la disponibilidad de forraje con mejores propiedades nutritivas y mantener el peso y condición corporal de las vacas, incluso incrementar la carga animal por hectárea³⁹.

En la Estación Agraria Cotové de la Universidad Nacional de Colombia, ubicada en Medellín, se llevó a cabo una investigación cuyo objetivo fue evaluar nutricionalmente los componentes forrajeros de un SSPi basado en *Leucaena*

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza
Sofía Molina

leucocephala asociada a pasturas mejoradas, así como su producción de biomasa. Se concluyó que los SSPi ofrecen una mayor cantidad de forraje de mejor calidad respecto a los sistemas tradicionales, y que a pesar de que existen variaciones en la disponibilidad de biomasa durante el año, la oferta de forraje es suficiente para cubrir los requerimientos de los rumiantes⁴⁰.

En la provincia de Matanzas, Cuba, se realizó un estudio para determinar la descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* y su relación con la densidad y diversidad de la macrofauna asociada. Los resultados de este estudio permitieron concluir que las condiciones de humedad y temperatura generadas por el árbol, así como la calidad de su hojarasca, posibilitaron la presencia de una diversa y estable fauna asociada a las bolsas que influyó en el proceso de descomposición. Por ello, el empleo de sistemas que contribuyan a aumentar la diversidad vegetal y la colonización en el suelo de una población biológicamente diversa de organismos, garantiza la mayor sostenibilidad⁴¹.

En el año 2008 en Veracruz, México se llevó a cabo un estudio cuyo objetivo fue caracterizar los sistemas agroforestales de acuerdo a sus componentes (agrícola, forestal y pecuario) y al principal uso de las especies arbóreas. Se concluyó que la existencia de árboles en los sistemas encontrados es más producto de la sucesión natural que por un diseño impuesto por los productores. Sin embargo tienen una gran participación en la economía de las familias sobre todo por sus productos leña y madera. Su presencia es reflejo de la importancia económica asignada por los productores, aunque son escasamente manejadas lo cual limita la expresión total de su potencial productivo⁴².

En la meseta de Popayán, Colombia. En doce sistemas agrosilvopastoriles en etapa de establecimiento, se midieron las variables biofísicas (Temperatura, humedad, radiación, flora asociada y suelo), con el fin de determinar las variables condicionantes para la producción silvopastoril. Se halló que las variables microclimáticas son acordes a la adaptación de los forrajes cultivados, se identificaron 48 especies de flora asociada importantes en la alimentación animal y la protección de los recursos naturales. Al realizar el análisis de componentes principales se encontró que las variables más influyentes fueron la materia orgánica seguida de la radiación solar y la infiltración. La infiltración es una variable determinante en los sistemas agrosilvopastoriles y en la características biológicas del suelo. Se encontró que todos los sistemas estudiados cuentan con un porcentaje alto de colonización de micorrizas, este factor mejora el cumplimiento de las funciones en las raíces y favorece su desarrollo. El análisis multivariado reporta que las variables determinantes y que predominan en los sistemas agrosilvopastoriles fueron la

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofía Molina

materia orgánica, la radiación solar y la infiltración. Se concluyó la importancia de establecer un sistema agrosilvopastoril y conocer las variables climáticas de la zona para así escoger en forma acertada las especies forrajeras y arbóreas a establecer⁴³.

En el año 2015, se realizó una investigación en Cuba, precisamente en la provincia de Mayabeque, que se desarrolló durante cinco años, con el objetivo de evaluar el comportamiento faunístico en un sistema silvopastoril destinado al ganado de engorde. Se aplicó un modelo lineal mixto donde se usaron como efectos fijos el año, la época y la interacción año por época, y como efecto aleatorio los cuadrantes. Se determinaron los índices ecológicos número de individuos, riqueza y diversidad. También se determinó la sobrevivencia de árboles y la producción de biomasa, y se ponderó un índice de capacidad de carga biológica. Los resultados arrojaron que hubo diferencias en la diversidad biológica y se hallaron relaciones positivas entre el componente arbóreo, la biomasa y los índices número de individuos totales y diversidad de especies. Se concluyó que el sistema silvopastoril, como modelo de cobertura, posibilitó un hábitat más amplio para el desarrollo faunístico, y mejoró la relación de los índices ecológicos debido a la presencia de los árboles y el incremento de la biomasa en el sistema³⁵.

Con respecto a Argentina, el sistema silvopastoril es un sistema que está en expansión. Para Marcelo Navall –ingeniero forestal del INTA Santiago del Estero– la compatibilización entre una ganadería más intensiva, un manejo forestal y el mantenimiento de las funciones del ecosistema, es posible. En los últimos 20 años, los SSP están en constante expansión en la Argentina, 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 Chaqueña⁴⁴.

En las provincias argentinas de Corrientes y Misiones, que tienen tradición ganadera y forestal, respectivamente, los SSP fueron adoptados inicialmente por empresas forestales integrando dicha actividad con la ganadera en forma acotada en tiempo y espacio. Las provincias de Misiones y Corrientes se caracterizan por el uso diferencial de los recursos naturales, destacándose en la actualidad respecto al resto del país por la difusión que han alcanzado los SSP. En la provincia de Misiones existen 40 mil hectáreas (ha) bajo este sistema que junto con las de la provincia de Corrientes completan aproximadamente 110 mil ha. La región tiene ventajas comparativas y competitivas superiores a otras regiones de la Argentina, con un gran potencial para expandir en forma armónica la frontera forestal e incrementar la eficiencia ganadera a través de los SSP, sin competir entre ambas actividades. Se dispone de tecnología y antecedentes que permiten sustentar una expansión de los

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza
Sofía Molina

SSP en diferentes escalas productivas, desde las pequeñas chacras hasta los niveles empresariales. El impacto de los SSP en Corrientes y Misiones se presenta como altamente promisorio sobre el medio social -en especial por mayores ingresos a nivel predial y la generación de fuentes de trabajo genuinas-, el ambiental -por la sostenibilidad de los recursos- y la economía de los territorios -por la generación de productos con un valor diferencial actual o futuro y por el uso eficiente de los recursos⁴⁵.

Por otro lado, en la provincia de Neuquén se inició un proyecto en el año 2007 en donde se estudió la compatibilidad que hay entre los caprinos y los pinos. Este proyecto se hizo en base a plantaciones jóvenes de Pino Ponderosa instaladas sobre pastizales naturales pastoreados por chivas criollas en zonas de veranada. La combinación entre pinos y cabras se consideraba incompatible debido a que estos animales son considerados como promotores de degradación y a las plantaciones de pino se les atribuye la eliminación de las especies del pastizal natural. Sin embargo, se demostró que mediante un correcto manejo, evaluando la capacidad de carga animal de los pastizales, adecuando los niveles de cobertura arbórea e introduciendo los animales en el momento correcto ambas actividades productivas son compatibles en la misma superficie bajo manejo silvopastoril⁴⁶.

De acuerdo con Pablo Peri –ingeniero forestal del INTA Santa Cruz– UNPA– CONICET–, “los SSP son la modalidad de uso de la tierra más frecuente en amplias zonas del país que actualmente abarca 34 millones de hectáreas” considera “fundamental” la innovación técnica, el reconocimiento de los servicios ambientales y el control social⁴⁴. De aquí surge la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) como una alternativa que optimiza la utilización de los recursos naturales. Para el especialista existe una “clara tendencia” de avance de la ganadería sobre regiones originalmente ocupadas por bosque nativo, en especial la región Chaqueña y otras zonas en donde la actividad forestal constituye la base de la economía, como en Misiones, noroeste de Corrientes y el Delta bonaerense. En este sentido aclaró que los SSP presentan características particulares de acuerdo al tipo de formación forestal: nativa o exótica, a la región de que se trate y al estrato de productores que lo implemente, y agregó que en todas las circunstancias presentan ventajas comparativas a los sistemas ganaderos o forestales puros en el aspecto productivo, ambiental y social⁴⁴.

Producción frutícola en Mendoza

La provincia de Mendoza es la principal productora de frutales del país según datos aportados por INVEST (Agencia de Promoción de Inversiones del Gobierno de Mendoza)⁴⁷

La superficie destinada al eslabón primario de la cadena frutícola para el año 2010 era de 75.568,2 ha de frutales implantados y las principales especies en Mendoza corresponden a los grupos de frutales de pepita, carozo y secos.

El territorio provincial se divide de la siguiente manera para los monitoreos:

- **Región Norte** conformada por los departamentos de Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo y Maipú.
- **Región Este** compuesta por Junín, La Paz, Rivadavia, San Martín y Santa Rosa.
- **Región Valle de Uco**, donde se encuentran San Carlos, Tunuyán y Tupungato.
- **Región Sur** formada por General Alvear y San Rafael.

Según datos relevados del INVEST MENDOZA la proporción de hectáreas cultivadas por categoría es la siguiente:

- Vid: con 160.700, representa el 52% del territorio provincial y es el cultivo principal.
- Frutales: corresponden al 25% de la superficie cultivada con 75.600 ha.
- Hortalizas: se corresponde el 12% con un total de 35.000 ha. Las principales especies son ajo, papa, zapallo, tomate industria, zanahoria, cebolla, lechuga, melón, maíz y tomate redondo. También destaca la producción de especies aromáticas, condimentarias y medicinales)
- Bosques, con 17.000 ha, representan el 6% de la provincia. Los géneros más cultivados son *Populus*, *Salix*, *Eucalyptus* y *Pinus*. Estos representan una ventaja ya que no existen plagas o enfermedades de importancia económica y la velocidad de crecimiento de estos ejemplares es superior a otras zonas del mundo.
- Forrajeras, que conforman un 5% con 16.000 ha. En área bajo riego, Mendoza logra rendimientos de 18.000 kilos de materia seca/hectárea/año en alfalfa pura y 22.000 kg de materia seca/hectárea/año en pasturas consociadas a base de alfalfa con dos o tres gramíneas. Este tipo de cultivo tiene mucho potencial por el crecimiento de la actividad ganadera en la provincia⁴⁷.

Las principales especies frutales cultivadas en Mendoza son:

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza
Sofía Molina

FRUTAL	CANTIDAD HA.	% SUPERFICIE
Olivo	20682	27.37
Ciruelo industria	18281	24.19
Durazno industria	10065	13.32
Durazno consumo en fresco	5778	7.65
Peral	5082	6.73
Manzano	3452	4.57
Nogal	3341	4.42
Ciruelo consumo en fresco	2145	2.84
Almendro	2139	2.83
Damasco	1958	2.59
Membrillero	13.97	1.85
Cerezo	1151	1.52
Higuera	37.2	0.05
Pistacho	23.2	0.03
Granado	17.8	0.02
Castaño	16.5	0.02
Avellano	2.1	0

Imagen Nº1: Principales especies frutales cultivadas en Mendoza. Fuente: Mendoza Invest (2016)

Mendoza produce la totalidad del durazno industria del país y es uno de los principales productores y exportadores de ciruela desecada del mundo. La provincia también se destaca en la producción de peras, manzanas, aceitunas y cerezas.

Entre los departamentos de General Alvear y San Rafael hay 18.843 hectáreas implantadas, donde se destacan la ciruela y el durazno industrial, el durazno para consumo, la pera, el damasco y, más atrás, la manzana y la cereza.

La segunda zona productora de fruta de la provincia, es el Valle de Uco con una superficie de 11.742 hectáreas. La zona Este se ubica en tercer lugar con 6.609 y finalmente la zona Norte cuenta con 2.425.

En el Sur provincial se destaca la producción ciruela para industria. La presencia de peras, manzanas y durazno para industria se da principalmente en el Valle de Uco. En tanto que, los duraznos para consumo en fresco se distribuyen con mayor equilibrio entre las diferentes zonas.

En Mendoza hay aproximadamente 15.000 productores frutícolas⁴⁷.

El IDR (Instituto de Desarrollo Rural) presentó la estimación de cosecha frutícola, y los datos obtenidos indicaron que la producción de fruta para esa temporada sería más baja. En líneas generales se registró una disminución del 50% en frutales de carozo y una fuerte tonificación en los precios pagados al productor. También se predijo que la producción frutícola de Mendoza tendría una merma en su producción debido a las intensas heladas registradas en la temporada, principalmente en el mes de septiembre del 2019, las cuales afectaron principalmente a los frutales de carozo⁴⁸.

Es importante destacar que la Agencia de Promoción de Inversiones del Gobierno de Mendoza menciona diversas razones para invertir en el sector agrícola

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza
Sofía Molina

de Mendoza tales como el clima, suelo y calidad de agua existente en la provincia; la sanidad vegetal ya que Mendoza presenta condiciones óptimas para cultivo orgánico; Puerta al Pacífico para productos que van por tierra a mercados del Pacífico (Paso Cristo Redentor); Hay capital humano altamente capacitado; prácticas agrícolas de avanzada; Amplia red de insumos y servicios para el sector y apoyo gubernamental⁴⁷.

Además, menciona como una de las oportunidades el hecho de invertir en el sector con proyectos silvopastoriles, lo cual resulta de gran interés para el presente trabajo⁴⁷.

Producción Caprina

La producción caprina, es una actividad pecuaria considerada promisorias debido a que la especie caprina ofrece ventajas comparativas respecto de otras especies pecuarias, entre las que se pueden resaltar su facilidad de manejo, rústica y dócil, tiene una alimentación variada, es muy prolífica (varias crías al año), goza de gran longevidad y se adapta a regiones de diferente agroecología. Generalmente, las zonas asignadas para estos animales son las laderas de baja producción, sitios de topografía quebrada, suelos pobres y poca vegetación, en donde la única especie que sobrevive son los caprinos⁴⁹.

La cría de ganado caprino tiene la finalidad de producir leche, carne o pieles. Para determinar o caracterizar los sistemas de producción se debe tener en cuenta el número de cabras y la disponibilidad de terreno para corrales o pastoreo⁵⁰.

En Mendoza, la actividad caprina se desarrolla principalmente en el área de secano, la cual cuenta con una importante superficie de pastizales naturales, con distintas regiones de diferentes realidades de producción. En la provincia se encuentran caprinos en importantes zonas como la pedemontana, la centro-norte y la zona sur patagónica con sus distintas características ecológicas y productivas, las cuales deben estudiarse por separado⁵¹.

El denominador común de estas regiones de escasas precipitaciones y de pastizal natural del desierto, es su fragilidad, característica que se manifiesta ante los errores de manejo o falta de conocimiento por parte del hombre en conjunto con sus animales en pastoreo, produciendo una fácil tendencia a la degradación, lo cual trae aparejado una disminución de la producción total de forraje por hectárea, además de una mayor susceptibilidad a efectos erosivos. Estas condiciones, generalmente desfavorables, son muy bien aprovechadas por las cabras, las cuales se adaptan a condiciones donde otro tipo de animal no podría sobrevivir. Así debe mencionarse a la cabra como un animal esencialmente ramoneador, por lo cual no tiene dificultades para explorar el estrato vegetal hasta 1,80 metros de altura por su capacidad de

verticalizar el cuerpo, apoyándose en el tren posterior y así satisfacer sus necesidades alimenticias mejor que otras especies⁵¹.

En Santiago del Estero la Dirección general de agricultura y ganadería realizó un Plan Estratégico para el sector caprino provincial en donde establece la importancia de la ganadería caprina indicando que esta radica en las magnitudes y cualidades del sector asociadas a 3 dimensiones: **social**, ya que gran cantidad de familias de escasos recursos se ven beneficiadas criando cabras; **económica**, porque la producción caprina representa un medio para la subsistencia y ahorro de las economías familiares; y **agroambiental** ya que este tipo de producción tiene alta incidencia en ambientes naturalmente “difíciles” o agroecológicos frágiles, por su condición de aridez y progresiva desertificación⁵².

Actualmente existen dos tipos de pastoreo en cabras: pastoreo continuo, que implica la permanencia del hato durante todo el año sobre el pastizal o potrero, sin la realización de ningún tipo de rotación o descanso de la vegetación del campo y el pastoreo racional con rotación en donde, como su nombre lo indica, es racional (utiliza el conocimiento y razonamiento del productor) y permite la rotación del ganado para permitir el descanso y recuperación de las especies vegetales⁵¹.

En cuanto a la planificación del pastoreo, el ingeniero Oscar Bernard concluye en que el mejor tiempo para planificar es cuando está lloviendo ya que cuando hay sequía evidente, ya es demasiado tarde para planificar. Los pastizales que llegan en buenas condiciones al momento de una sequía podrán soportar y pasar el año sin mayores problemas de seriedad que puedan afectarlos, esto siempre y cuando el productor ganadero regule a conciencia la carga animal, para mantener un stand de plantas que cubra el suelo. Por el contrario los campos que lleguen a esa situación de sequía en estado pobre o regular en cuanto a cobertura vegetal sufrirán en forma más importante y peligrosa, los efectos de la falta de precipitaciones, ya que una de las peores cosas que productor puede hacer es mantener sus cabras o vacas en los potreros comiendo indefinidamente, agotando las reservas de vegetación, situación que no sólo afectará el campo propiamente dicho sino también que decaerá el estado corporal de los animales y en general sus niveles de producción, afectando en última instancia los ingresos del productor y su familia. Por esta razón es de suma importancia conocer muy bien cual es el pastizal con que el establecimiento cuenta para poder cuidarlo y ayudar a su recuperación cuando este lo necesite⁵¹.

Respecto al consumo de los caprinos, lo normal es que consuman entre un 2,5 y 3 % de su peso vivo en kilogramos de materia seca, lo que se traduce en que una cabra de 45 kilos en promedio, necesita una ración diaria de entre 1,125 y 1,35 kilos de materia seca. Esta cantidad de alimento estará relacionada a la capacidad

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofía Molina

volumétrica del aparato digestivo de las cabras, la cual es una de las más grandes en los rumiantes, incluso superior a bovinos y ovinos. Las raciones de poco volumen, como los concentrados (ej. granos de maíz, cebada) pueden resultar perjudiciales para los rumiantes, ya que producen un tránsito lento de los alimentos en el tracto digestivo con consecuencias importantes en la digestión de los animales, mientras que alimentos muy voluminosos no alcanzarán a ser afectados o atacados por los jugos gástricos y la flora intestinal y por lo tanto serán evacuados por el animal sin ser digeridos prácticamente, con las consecuencias que esto trae⁵¹.

Una de las herramientas de gran utilidad para planificar el pastoreo es el inventario forrajero. Este, permite conocer en detalle una serie de parámetros del pastizal natural. Es la base del conocimiento del pastizal y permite saber con qué especies se cuenta, su densidad, cobertura, valor forrajero, condición, tendencia, etc. Sirve como base para que a través de un plan de manejo, se pueda administrar el recurso forrajero del campo, para lograr su conservación en el tiempo y que pueda servir de sustento alimenticio a los animales a lo largo de los años sin sufrir indeseables procesos de degradación⁵¹.

Otro de los parámetros que hay que tener en cuenta y es muy utilizado por técnicos y productores de ganado es la carga animal, que sirve para medir los requerimientos de alimento de los animales y siempre está referido a la cantidad de forraje disponible. En muchos campos ganaderos los parámetros de carga animal no son respetados adecuadamente por diversas causas y traen aparejados problemas de sobrecarga o sobrepastoreo muy difíciles de revertir. Aumentar la cantidad de cabras en el campo no siempre significa aumentar los niveles de producción. Tener mayor cantidad de cabras en el puesto no significa directamente tener más cabritos destetados por año ni obtener mayores ingresos anuales para el productor. Muchas veces en puestos caprinos se encuentran problemas de abortos o mal pariciones, que a simple vista parecen ser atribuidos a problemas sanitarios, cuando en realidad son problemas de falta de sustento alimenticio o mal manejo en épocas de la gestación de las cabras. Estas situaciones críticas pueden ser generadas a veces por grandes sequías, problemas de incendios, pero en la mayoría de los casos obedecen a problemas de mal manejo y degradación del pastizal y en general mala alimentación del piño, generándose un círculo vicioso del cual se hace difícil salir, a menos que se plantee un rápido ordenamiento de la situación. Por estas razones es importante conocer cuales son los requerimientos forrajeros de los animales con que cuenta el establecimiento, para poder asignarles una superficie de campo correcta a sus necesidades de alimento. Para calcular la carga animal existen unidades que miden el requerimiento y se miden en Unidades Ganaderas (UG)⁵¹.

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofía Molina

Para el productor caprino es importante saber que donde come una vaca de unos 400 kilogramos con cría, pueden comer unas 6 cabras con cría, es decir que tienen consumos equivalentes. Y si la equivalencia se hace con caballos, uno de estos equivale a 8 cabras adultas⁵¹.

El hecho de aumentar la cantidad de cabezas en un puesto caprino, no necesariamente traerá aparejada una mayor producción, sino que siempre deberá tratarse de contar con la cantidad de animales que el campo verdaderamente sea capaz de soportar, lo cual técnicamente es conocido como la receptividad de un campo⁵¹.

Sistemas silvopastoriles con pequeños rumiantes: Antecedentes

Se conocen sistemas de producción de cabras en forma extensiva o semi intensiva, con utilización de pastoreo en potreros con pastos nativos y muy pocos en praderas mejoradas. En muchas regiones se utilizan los sistemas de pastoreo en combinación con árboles y arbustos forrajeros; es decir, sistemas silvopastoriles. Sin embargo, hay pocos trabajos que reportan los rendimientos productivos de las especies involucradas, y la interrelación entre ellas, para determinar su implementación y la implicación con respecto del manejo sostenible de los recursos agroecológicos en los medios donde se desarrolle⁵³.

Los pequeños rumiantes son ampliamente utilizados en el sur de Europa y el oeste de USA como aliados en la prevención de incendios en las áreas boscosas evitando su propagación hacia las áreas pobladas⁵³. También, como se nombró anteriormente, se han realizado estudios donde se ha integrado el sistema silvopastoril con pequeños rumiantes y con especies poco comunes, específicamente entre caprinos y pinos, los cuales son usualmente considerados incompatibles, concluyendo en que bajo correcto manejo, evaluando la capacidad de carga animal de los pastizales, adecuando los niveles de cobertura arbórea e introduciendo los animales en el momento correcto ambas actividades productivas son compatibles en la misma superficie bajo manejo silvopastoril⁴⁶.

Tanto ovinos como caprinos han sido utilizados en medios difíciles como bosques, sabanas altas, desiertos, páramos y altiplanos, es decir en sitios con menos alimentos disponibles y de poco valor nutricional, cosas que en otras especies sería difícil de soportar. cabras, ovejas, llamas, alpacas. vicuñas y guanacos están adaptadas a esas condiciones adversas, particularmente durante períodos críticos como sequías prolongadas que condicionan escasez de agua y alimentos⁵⁴.

Según el INTA, es posible manejar en forma conjunta el pastoreo de bovinos-caprinos y ovinos, ya que compiten poco y lo que deja la vaca es aprovechado por

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofia Molina

los rumiantes menores. Se puede aprovechar con pastoreo directo rotativo o complementado para hacer reserva de forraje para el invierno⁵⁵.

Existen trabajos que reportan el uso de caprinos dentro de los sistemas silvopastoriles como agentes controladores de malezas para algunos cultivos. La tecnología aquí ofrecida permite transformar arbustales inutilizables, en forrajeras que pueden ser usadas por las cabras durante todo el año. También ofrece bancos naturales de proteínas, ahorra costos y evita el uso de agroquímicos. El control de rebrotes es un problema que puede controlarse con cabras, y a su vez estos les brindan una importante fuente de alimentación durante períodos críticos. El pastoreo intensivo dura unos 20 días con cargas de entre 50 y 90 cabras/ha (dependiendo del estado del arbustal), con posterior descanso de unos 2 meses según la época del año. En el caso del pastoreo extensivo permanente, se utilizan cargas de entre 5 y 9 cabras/ha, haciendo descansar el potrero unos 3 meses por año. El manejo debe regularse según la masa vegetal existente, tratando de que coman los rebrotes dejando unos pocos centímetros⁵³. Luego de algunos años, conviene aplicar la técnica en otro potrero a fin de permitir la regeneración arbórea de los lotes pastoreados⁴⁹.

La producción ovina constituye en la actualidad una alternativa para generar proteína de origen animal para el consumo humano, especialmente en aquellas zonas en las cuales se hace crítica la disponibilidad de alimentos como consecuencia de sus características agroecológicas⁵⁶.

Se ha estudiado que la integración del ovino o caprino en el pastoreo de la cubierta herbácea contribuye en el control de las malezas, reduciendo los costos de producción, aminorando la contaminación por herbicidas y diversificando los ingresos del productor⁵⁷.

En el año 2011, con el objetivo de estudiar el comportamiento de los indicadores productivos en ovejas Pelibuey en un sistema silvopastoril, se realizó una investigación con 44 reproductoras. Se determinó la condición corporal y el peso vivo de las madres durante la etapa de cubrición, el parto y a los 30 días posparto. Además se analizó la influencia del tipo de parto (sencillo y doble) en el peso de las crías al nacer y a los 30 días de nacidas, y en la ganancia media diaria y se concluyó que el manejo de los ovinos en el sistema silvopastoril evaluado permitió indicadores favorables en el crecimiento de las crías y las reproductoras durante las etapas de cubrición, parto y 30 días posparto⁵⁶.

Respecto a las cabras, según la Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (FAO)⁵⁸, estas tienen la capacidad de transformar forrajes de mala calidad de una manera más eficaz en comparación con otros

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofía Molina

animales. Para conseguir niveles de producción aceptables su alimentación debe alcanzar un balance óptimo de energía y proteínas que obtienen pastoreando sin embargo cuando las cabras están en lactancia necesitan de más requerimientos nutricionales que pueden ser suplementadas con forraje fresco de alta calidad.

Por otro lado, de acuerdo a Sánchez⁵⁹ se tiene un mal concepto en cuanto a la alimentación de las cabras argumentando que comen de todo y destruyen los ecosistemas debido a su búsqueda agresiva de alimento, sin embargo las cabras tienen un sentido del gusto desarrollado por lo que son altamente selectivas en la alimentación y tienen la habilidad de consumir las partes más tiernas y digestibles de los forrajes que están a su disposición en pastoreo o en sistemas estabulados. Su habilidad para ramonear les permite acceder a forraje aun así si las plantas tienen espinas.

En un trabajo realizado por Holguer Chóez⁵⁰ se concluye que con la implementación de sistemas silvopastoriles para la alimentación de ganado caprino, se logra producir cantidad y calidad de alimento satisfaciendo las necesidades nutritivas de los animales durante todo el año, sobre todo en la época de menor precipitación. Además, las especies arbóreas y arbustivas proveen forraje y sirven para mejorar la fertilidad de los suelos mediante el reciclaje de nutrientes y la fijación de nitrógeno con especies vegetales leguminosas como gliricidia, leucaena y algarrobo, especies que son palatables por el ganado caprino.

En otro trabajo de investigación se determinaron las ventajas productivas de los arreglos silvopastoriles para sistemas de producción caprinos. Aquí se evaluaron seis tratamientos de monocultivo y cuatro arreglos silvopastoriles basados en diversas especies como guácimo, leucaena, totumo y mixto. Los resultados arrojaron que si bien la ganancia de peso de las cabras en crecimiento fue baja, hubo una respuesta diferenciada por los tratamientos. Los arreglos silvopastoriles presentaron las mayores ganancias de peso en relación con el monocultivo. Las cabras en crecimiento presentaron mayores porcentajes de celo en los tratamientos con sistemas silvopastoriles. Por estas razones, el autor Gustavo Rodríguez⁶⁰ sugiere que el monocultivo de gramíneas, además de no ajustarse a los hábitos alimenticios naturales de los caprinos, presenta una deficiente producción de forraje durante la época de sequía, con repercusiones negativas sobre la productividad animal.

Un estudio realizado por Manriquez Mendoza⁶¹ y colaboradores, sugiere que la introducción de árboles forrajeros en los potreros incrementa la cantidad y calidad nutricional del forraje disponible para el ganado. En este trabajo se cuantificó la producción, calidad nutricional del forraje y la ganancia de peso de becerras y ovejas bajo pastoreo-ramoneo en un sistema silvopastoril y el resultado fue que la

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza
Sofía Molina

asociaciones árbol-gramínea y el pastoreo mixto produce mayor cantidad de carne por unidad de superficie por año.

Objetivos

- Realizar la revisión bibliográfica de los sistemas silvopastoriles.
- Caracterizar la producción frutícola y la producción caprina de Mendoza.
- Evaluar la posible aplicación de un sistema silvopastoril en áreas productivas de Mendoza.

Materiales y métodos

Para la realización de la revisión bibliográfica se procedió a la lectura de trabajos de investigación de revistas científicas. El total de trabajos leídos fue 100, de los cuales 68 fueron utilizados para ser citados y los 32 trabajos restantes se descartaron.

Además, se incluyó información recopilada a partir de páginas de organizaciones y organismos como ONU, FAO, IDR.

Por otra parte, para idear el posible modelo de aplicación de Sistemas Silvopastoriles en Mendoza, se realizó en primera instancia el estudio y caracterización de la producción frutícola en la provincia, principalmente de frutos de carozo y pepita. Esto se llevó a cabo a partir de información brindada por el INVEST (Agencia de Promoción de Inversiones del Gobierno de Mendoza) y por el IDR (Instituto de Desarrollo Rural). En segunda instancia, se realizó el estudio y caracterización de la producción caprina. La información se recopiló a partir de trabajos de investigación, planes estratégicos para el sector caprino, Dirección Provincial de Ganadería y estudios realizados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Discusión

La ganadería se caracteriza por bajos niveles de productividad y rentabilidad, así como por la generación de efectos ambientales negativos como la degradación de las pasturas y su baja sostenibilidad². Es por esta razón que la implementación de un SSP es una alternativa que debiera tenerse en cuenta a fin de aumentar los niveles de productividad y rentabilidad, además de los diversos beneficios que este traería aparejados, los cuales fueron mencionados con anterioridad.

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza

Sofía Molina

La realidad actual de la ganadería en el mundo y en Mendoza en particular es lo que hace suponer la reconversión social y ambiental de esta como una urgencia y prioridad.

Entre los beneficios que aportan los SSP, se encuentran los efectos positivos sobre el suelo en donde se hace evidente que la incorporación de árboles y arbustos en conjunto con el pastoreo, mejora su fertilidad y estructura y disminuye la erosión. Esto es importante para Mendoza ya que las condiciones semiáridas de esta provincia sugieren la implementación de nuevas técnicas de producción.

Los SSP en comparación con pastos puros de gramíneas, suelen conservar mejor la materia orgánica en los suelos, especialmente en los ácidos y en los que son pobres en nutrientes. Las interacciones benéficas que se pudieran presentar con la presencia de los árboles y arbustos de leguminosas en los sistemas de pastoreo se traducirían también en el aumento del reciclaje de nutrientes por el retorno al suelo de hojas, frutas, ramas, heces y orines, derivado fundamentalmente por el incremento de la actividad biológica del suelo⁶². Además, la mayor presencia de materia orgánica en el suelo y el microclima creado por la presencia de árboles, favorece la actividad biológica de la micro y macro fauna, lo cual resultaría también en una mayor mineralización y disponibilidad de nitrógeno en el suelo. Por otra parte, los árboles en SSP cumplen funciones ecológicas de protección del suelo disminuyendo los efectos directos del sol, el agua y el viento³², lo cual resulta una ventaja para Mendoza debido a las condiciones climáticas que presenta y en donde el sol y vientos, en especial el viento Zonda representaría un factor a contemplar para las formas de producción ganadera y frutícola. El viento Zonda está caracterizado por ser un viento caliente y seco con distribución anual en donde la mayoría de los casos ocurren entre mayo y noviembre. Los daños que provoca se deben a la sequedad atmosférica que genera, la brusca elevación de temperatura y los efectos destructivos de su fuerza. Esto, unido a la duración que puede llegar a ser de 3 días, lo convierten en una adversidad meteorológica, agravada por la coincidencia de que las mayores frecuencias de ocurrencia de viento Zonda corresponden a los meses en que los frutales florecen, disminuyendo sensiblemente la cantidad de flores fecundadas y provocando importantes daños en la producción⁶³. Por estas razones se considera importante analizar el papel que cumpliría un SSP para afrontar las adversidades que supone este viento para la producción frutícola.

Un punto de gran importancia para la implementación de SSP en la provincia de Mendoza es los efectos positivos que este supone sobre la preservación de fuentes de agua. En Mendoza, el promedio anual de precipitaciones es de 200mm. Así el régimen de precipitaciones es el punto de partida para comprender la escasez

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofía Molina

hídrica, la cual constituye un problema en las tierras secas de la provincia. En los últimos tiempos, la frecuencia e intensidad de períodos de déficit hídricos, han generado la declaración por parte del gobierno provincial de estados de “emergencia hídrica” con sus respectivas políticas para paliar el problema; además de la implementación de diversas estrategias por parte de la población con el fin de afrontar la falta de agua⁶⁴. El sistema de asignación de los derechos de agua, imponen al sistema una rigidez a la autoridad de aplicación de la ley que se traduce en un uso ineficiente del recurso⁶⁵ y, aunque en los SSP el servicio ambiental hídrico es de todos los servicios ambientales el menos estudiado⁶⁶, es importante saber que la implementación de SSP en la provincia sería una excelente alternativa para paliar las problemáticas descritas, ya que entre otros beneficios se encuentra que la presencia de los árboles en estos sistemas afecta la dinámica del agua permitiendo que estos actúen como barreras, controlando así la escorrentía; como cobertura, reduciendo el impacto de gota, y como mejoradores del suelo, incrementando la infiltración y la retención de agua³⁴.

La planificación de las fincas ganaderas, en función de la protección de los recursos existentes, puede contribuir a regular y conservar los recursos hídricos mediante la implementación de sistemas silvopastoriles. Una forma de lograrlo en Mendoza sería estableciendo una especie de bosques riparios, así como proteger las fuentes de agua del ganado, lo cual conduciría al mejoramiento de las condiciones biológicas y químicas del agua². Además, pasturas bien manejadas con bajas presiones de carga animal, mantendrían una buena cobertura a través del año siendo muy eficientes en la captación de agua.

Otra propuesta sería el aprovechamiento del agua a partir de la recolección de lluvia. Esto podría lograrse con material reciclado como lo son las botellas plásticas en donde se realice una especie de canalización con un sistema cerrado, el cual serviría para reservorio de agua, y ayudaría a disminuir la proliferación de insectos.

El manejo y las condiciones medioambientales de los sistemas silvopastoriles ejercen una marcada influencia en la actividad y diversidad de los organismos del suelo².

En diversos estudios realizados por Alonso y colaboradores⁶⁷ se ha demostrado un aumento significativo en la riqueza de especie y el índice de diversidad biológica, a medida que se desarrolló un sistema silvopastoril en la macrofauna del suelo, las aves y los insectos asociados al sistema. Por otro lado, se ha reportado evidencia de que los SSPi aumentan el bienestar animal a través de la mejora de la nutrición, el mantenimiento de una condición corporal óptima, la

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofía Molina

promoción de una mayor eficiencia del sistema inmune y, por lo tanto, un mejor estado de salud, y que los SSPi proporcionan condiciones que ayudan a los animales a lidiar mejor con los estresores ambientales³⁰. Por estas razones es que se considera conveniente la implementación de estos sistemas en la provincia a fin de garantizar el bienestar de los caprinos, conservando la diversidad genética y obteniendo índices de reproducción mayores, además de aumentar la diversidad biológica no sólo en cuanto a la fauna, sino también en cuanto a la flora y propiciando un ambiente más amigable y funcional que además de los beneficios ya mencionados, afectarán positivamente al productor y al medio ambiente.

En Mendoza, el 25% del territorio provincial pertenece a la producción frutícola y según el IDR se estima que hay 15.000 productores que practican la fruticultura. En las zonas secas de la provincia la alteración de las precipitaciones (largas sequías meteorológicas y lluvias torrenciales de verano) afecta a los productores caprinos que dependen estrictamente de la lluvia para alimentar a sus animales. El modelo productivo de la provincia basado en una agricultura de oasis irrigada por la fusión de nieve en la cordillera, se encuentra amenazado en el contexto de la mayoría de los escenarios de cambio climático para la región⁶⁸. Estos datos sirven de punto de partida para explicar los múltiples beneficios que supondría la implementación de SSP en la provincia, ya que estos confirman que las asociaciones de árboles, arbustos y ganado, en conjunto con técnicas de manejo adecuadas podrían ser una alternativa viable y sostenible en el tiempo que beneficiaría no sólo a la economía provincial, sino en cuanto a niveles de producción, pudiéndose obtener más recursos de lo que podría ofrecer la fruticultura o la ganadería funcionando de forma separada.

Los sistemas silvopastoriles aplicados en Mendoza supondrían una gran participación en la economía de las familias, sobretudo aquellas que tienen fincas pequeñas (hasta 5 hectáreas⁶⁹) ya que obtendrían además de carne o fruta, leña y madera, obteniendo así mayores ingresos económicos. Además, estos sistemas podrían aplicarse en las zonas sin riego en donde las poblaciones centran su actividad económica en la cría extensiva de ganado caprino, además de petróleo y minería⁶⁸, pudiendo maximizar sus producciones y generando más rentabilidad.

El clima de Mendoza que en ocasiones se caracteriza por granizo y heladas, no sólo afectan los cultivos de los productores medianos y pequeños, sino que amenazan las condiciones de vida de las familias que no logran reunir el capital suficiente para enfrentar las pérdidas de producción, y por ende, los problemas derivados en su comercialización y distribución⁶⁸. Esta problemática podría paliarse con técnicas de manejo silvopastoril ya que la existencia de árboles y arbustos

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofía Molina

servirían por una parte como una barrera frente a los eventos climáticos ya mencionados, afectando en menor medida a los cultivos. Por otra parte servirían de refugio para los animales, y se obtendrían ventajas respecto al suelo, ya que serviría como soporte de retención de agua, evitando inundaciones y daños materiales a la producción, de manera que las pérdidas en cuanto a rentabilidad serían menores, sin mencionar que las heladas y granizo aunque pueden afectar los cultivos, difícilmente afecte la producción de leña y madera, por lo que estos productos no supondrían una pérdida y la rentabilidad se mantendría.

Los indicadores financieros son mejores cuando se incluye el negocio forestal en la misma área. Las evaluaciones económicas y financieras de los SSP dan un soporte estratégico para la toma de decisiones de los productores de todos los tamaños²¹.

Los caprinos y ovinos por su gran resistencia a las condiciones áridas y semiáridas constituyen un valioso rubro animal a estimar en su producción técnica con el fin de aprovecharlo aún más en la diversificación de la dieta de la población. La capacidad de la cabra y la oveja para consumir una mayor variedad y tipos de vegetación, normalmente no consumidas por otros rumiantes, y su mayor eficiencia digestiva sobre forrajes de baja calidad, son dos factores importantes que favorecen la producción de estas especies en áreas con baja disponibilidad de forrajes. Esto último otorga grandes ventajas al ganado ovino/caprino con respecto al bovino en cuanto a la conversión alimento/leche o carne, lo que hace que la explotación de estas especies sea una alternativa para los pequeños, medianos y grandes productores⁷⁰. En el caso de Mendoza donde la actividad caprina ya se practica, es conveniente analizarla desde otro punto de vista como lo es el SSP debido a que con su implementación esta actividad se complementaría con la actividad frutícola, ofreciendo ventajas competitivas frente a la ganadería y fruticultura convencional, obteniendo índices de sostenibilidad mayores a los actuales, se protegería el bienestar animal aportando mejores condiciones para las cabras y fauna existente en el sistema, además de los beneficios económicos que puede representar para los productores y sus familias.

Además de los beneficios ya mencionados, se suma la ventaja que presentan para favorecer el ordenamiento ambiental de los predios y territorios ganaderos, ayudando al uso sustentable de la tierra y recuperando el potencial de generación de servicios ambientales de los agroecosistemas. Además, en Mendoza, como en otras regiones del país y del mundo, el proceso de urbanización sobre tierras productivas se ha incrementado en los últimos años, expandiéndose la ciudad sobre los suelos tradicionalmente aptos para la producción⁷¹ y en donde se hace evidente la

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza
Sofía Molina

disminución de las actividades ganaderas y frutícolas. Con la implementación de SSP en la provincia, esta problemática podría verse disminuida, aportando el beneficio de contribuir al ordenamiento territorial y a su vez, dando cuenta que la producción ganadera y frutícola es rentable y necesaria para la sociedad, y en donde el cambio de uso de suelo se vería menos afectado.

❖ **Modelo de SSP en la zona frutícola de Mendoza**

Para establecer un SSP es importante conocer las variables climáticas de la zona para así escoger en forma acertada las especies forrajeras y arbóreas a implementar⁴³.

Teniendo en cuenta los diferentes tipos de SSP que existen, y en relación a las características que presenta la provincia de Mendoza, es que se sugiere implementar el tipo denominado “Árboles dispersos en potreros”.

En este modelo de SSP los árboles y/o arbustos se encuentran distribuidos al azar dentro de las áreas de pastoreo en donde la función que generalmente cumple es la de proveer sombra al animal en días calurosos, o refugio en días lluviosos. Los productos que pueden obtenerse además de la carne son forraje, leña, frutos, semillas, y servicios ambientales como la fijación de Nitrógeno, aporte de materia orgánica y protección²².

El arreglo espacial y la densidad de las leñosas estarán determinadas por las condiciones agroecológicas de la zona y por las especies de árboles, arbustos y pastos presentes en dicho ecosistema, aunque se recomienda habitualmente entre 1 y 25 plantas leñosas por hectárea²². En el caso de la zona frutícola de Mendoza, y si se tratara de una finca pequeña de hasta 5 hectáreas, correspondería plantar de 5 a 125 plantas leñosas.

Cualquiera que sea el propósito de las leñosas, un aspecto clave es la protección de los árboles (especialmente en su estado juvenil), contra los posibles daños de los animales en pastoreo. Esto se puede lograr mediante el aislamiento temporal del potrero, el uso de especies que presenten espinas y/o la construcción de estructuras en forma de jaulas.

En este sistema; el pastoreo es rotacional o permanente y el material vegetal comestible producido por los árboles se puede aprovechar en épocas de sequía, cuando existe escasez de biomasa herbácea, es decir pastos²².

Respecto a la selección del componente árbol, es importante antes de vincular la especie forestal al sistema de producción ganadero, tener en cuenta

algunos aspectos de interés que permitan tener éxito con la propuesta silvopastoril entre los cuales se encuentran:

- **Adaptación:** Condiciones mínimas que la planta necesita para lograr un normal desarrollo y alcanzar su potencial productivo. Variables como rango de adaptación, precipitación, temperatura y las condiciones físicas y químicas del suelo.
- **Palatabilidad:** Determinar el gusto y/o aceptación del forraje, frutos y/o semillas producidos por una determinada especie forestal.
- **Producción de forraje:** Este es un aspecto que se debe considerar tanto como el anterior, porque del nivel productivo del árbol y/o arbusto depende en gran parte el éxito de un arreglo silvopastoril. En este aspecto; además de la cantidad de forraje que produce el árbol y/o arbusto, es importante tener en cuenta el tiempo de recuperación del follaje perdido, ya sea después del corte o posteriormente al ramoneo de los animales.
- **Calidad nutricional:** Este aspecto es de gran importancia porque generalmente todos los pastos presentan bajos contenidos de proteína (menos del 12 %), que no satisfacen los requerimientos del animal. Sin embargo esta situación se puede equilibrar, si en la dieta del animal se suministra forrajes de árboles y/o arbustos que tengan contenidos de proteína superiores al 15 %²³.

Como se ha expresado, uno de los problemas más serios de la ganadería es la drástica disminución de la disponibilidad y calidad del pasto durante la sequía. Por esto, y teniendo en cuenta la realidad de Mendoza, el ensilaje de forraje durante las lluvias para utilizarlo luego en la sequía¹³, es una alternativa que puede considerarse para implementar en la provincia. Según lo reportado por Benavides y colaboradores¹³, el ensilaje con el follaje de Morera (*Morus alba*) se podría hacer sin aditivos y obteniendo parámetros superiores a otros ensilajes tradicionales.

Siguiendo con la selección de árboles y arbustos para el modelo de SSP en Mendoza, es importante destacar que gramíneas y leguminosas pueden suplir las necesidades nutricionales de los pequeños rumiantes. Además, la cabra soporta raciones hasta del 100% en leguminosas frescas aunque un riesgo existente es que los factores tóxicos contenidos en muchas de ellas repercuten directamente en la producción⁴⁹, por lo que sería apropiado ahondar más acerca de las especies que pudieran ser utilizadas en la provincia como alimentación del ganado.

Por otro lado, la FAO⁵⁸ está promoviendo el nopal (*Opuntia*) como forraje estratégico para las zonas áridas y semiáridas. La idea de utilizar la *Opuntia* para alimentar al ganado no es reciente, en el siglo XIX hubo un abundante comercio de

Sistemas Silvopastoriles: Posible aplicación en la zona frutícola de Mendoza Sofia Molina

este cactus en las zonas ganaderas de Texas, EE.UU, y hoy se utilizan variedades silvestres y cultivadas en Túnez, México y Sudáfrica como forraje de emergencia durante las sequías. Este punto resulta interesante y apropiado para Mendoza, ya que en la provincia este cactus corresponde a una especie nativa y su adaptabilidad a las condiciones climáticas de la zona es muy alta, por ende esta especie podría utilizarse en un SSP. Además, las cabras con su habilidad para ramonear les permite acceder a forraje aun así si las plantas tienen espinas⁵⁹, como es el caso de esta cactácea u otras.

Según un estudio realizado por Benavides¹³, las especies con mejores características forrajeras son grandes extractoras de nutrimentos del suelo y no tienen la capacidad como las leguminosas de fijar nitrógeno, necesitando de la aplicación de altos niveles de fertilizante químico. Para encontrar una solución ecológicamente racional, se probó el uso de estiércol de cabra como abono en plantaciones de leñosas forrajeras, en las que se han obtenido altos y sostenidos rendimientos de biomasa que, en algunos casos, se incrementan a medida que transcurren los años. Este estudio denota el beneficio de asociar el ganado caprino con plantaciones de leñosas, y la posibilidad de implementarlo en la zona frutícola de la provincia obteniendo mayores beneficios.

Otra especie que podría aplicarse en Mendoza, es la *Leucaena*, la cual se investiga y produce comercialmente desde hace casi treinta años en Colombia, Venezuela, Perú, Brasil, Paraguay y Argentina, y de la cual en diversos estudios se ha demostrado la viabilidad que aporta a los SSP siendo aprovechada por el ganado y aportando múltiples beneficios al sistema¹⁰.

La existencia de diversas especies forrajeras en América, es lo que permite 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 agrícolas¹³. Por estas razones es que no debiera descartarse una posible aplicación en el área frutícola de Mendoza, sin importar si se trata de pequeños o grandes productores, ya que para ambos la aplicación sería satisfactoria.

Tal como se mencionó anteriormente, se ha reportado el uso de caprinos dentro de los sistemas silvopastoriles como agentes controladores de malezas para algunos cultivos. La tecnología aquí ofrecida permite transformar arbustales inutilizables, en forrajeras que pueden ser usadas por las cabras durante todo el año⁴⁹ lo cual sería una ventaja para Mendoza, ya que podrían utilizarse diversas especies vegetales como alimento para el ganado, diversificando su uso.

Respecto al ganado caprino, es importante destacar que el hecho de aumentar la cantidad de cabezas, no necesariamente traerá aparejada una mayor producción, sino que siempre deberá tratarse de contar con la cantidad de animales que el campo verdaderamente sea capaz de soportar, lo cual técnicamente es conocido como “receptividad de un campo”⁵¹. Este punto resulta interesante para el posible modelo de aplicación en Mendoza, ya que antes de aplicarlo será necesario el estudio exhaustivo de las especies vegetales y cantidad de ganado caprino que interactuarán, a fin de ajustar el modelo silvopastoril a la zona de interés.

Una estrategia ganadera basada únicamente en el incremento de la producción, sin preocupación por la preservación o incremento de los recursos naturales, podría enfrentar problemas graves de sostenibilidad a mediano plazo, y asimismo una dependencia cada vez más marcada de los insumos externos², lo cual hace necesaria la idea de replantearse las técnicas actuales ganaderas y frutícolas, para que estas puedan utilizarse de forma conjunta, generando mayores beneficios para el productor, medio ambiente, economía provincial y demás beneficios ya mencionados.

Según la Revista Chacra⁷², los productores y técnicos de diferentes instituciones que hacen a la ganadería familiar de la cadena caprina, tienen una demanda de capacitaciones, e interés por generar proyectos integrales, lo que hace suponer que la implementación de SSP en la provincia, podría ser bien vista por parte de los productores que se notan accesibles frente a nuevos desafíos y con predisposición para obtener nuevas propuestas.

También, se planteó propiciar el intercambio de animales, dando oportunidades y lugar a cambiar machos reproductores, tratando de mejorar la genética caprina de la provincia, sobre todo con la raza criolla, lo cual sería beneficioso para que los productores trabajen conjuntamente y puedan maximizar los beneficios obtenidos, y en el caso de la aplicación de un SSP, resultaría apropiado estudiar oportunidades que pudieran surgir de trabajar de manera conjunta con estos sistemas además de los incentivos que pudiera suponer en los productores que se enfocarían en las nuevas técnicas que aquí se proponen⁷².

❖ **Análisis FODA de un SSP en Mendoza**

- **FORTALEZAS:** Implementar un SSP en la zona frutícola de Mendoza supone obtener beneficios sociales, ambientales y económicos que estos producen cuando se aplican en áreas de producción. La conjunción de dos actividades (ganadería y fruticultura) que tradicionalmente se llevan a cabo de forma separada, es un punto a favor de los sistemas silvopastoriles en donde la

producción es más variada ya que interactúan los animales con los árboles, obteniendo así más productos para comercializar, y por ende una mayor rentabilidad para los productores.

Desde el punto de vista ambiental, los SSP han demostrado ser sostenibles en el tiempo, reduciendo el uso de fertilizantes, pasturas artificiales y con aditivos, y ofreciendo además una serie de servicios ambientales que al día de hoy contribuyen a combatir el cambio climático.

El SSP es una alternativa que si se lleva a cabo, su implementación no requiere de grandes inversiones, y los resultados positivos pueden apreciarse al poco tiempo de implementado, así como los beneficios asociados a la fauna, flora, recurso hídrico, suelo y los productores. Además, el SSP no requiere de mucho mantenimiento, ya que se supone que los animales y las plantas actúan en conjunto de forma natural y cada especie y organismo, sea vegetal o animal, está cumpliendo una función que contribuye a que este sistema sea sostenible, sin que el humano tenga que intervenir demasiado.

- **OPORTUNIDADES:** La gran oportunidad que surge de implementar un SSP en Mendoza es económica principalmente, ya que este sistema al ofrecer la extracción de múltiples productos, ser de bajo costo en cuanto implementación y mantenimiento, puede contribuir a la economía de la provincia, no sólo local, sino a nivel nacional e internacional. Una provincia como Mendoza podría innovar en usar sistemas silvopastoriles, siendo tenida en cuenta para otras regiones y aumentando sus posibilidades de inversión en cuanto a SSP.

Por otro lado, la sociedad que aquí habita, también se vería beneficiada, ya que diversos productos que surgen de los SSP, podrían ser consumidos a menor costo y con más accesibilidad.

A partir de la inserción de los SSP en la provincia, este sistema podría ser objeto de estudio para el futuro de la provincia y del país, con la posibilidad de que los beneficios sean cada vez mejores y dando la oportunidad de mejora continua en la producción.

Otro punto importante, es la oportunidad que tendrían los productores locales si tuvieran como opción establecer un SSP en sus fincas. Si así ocurriera, muchos de los productores que hoy en día piensan acerca de la rentabilidad y provecho que pueden sacarle a sus territorios, se verían beneficiados implementando un SSP ya que se ha comprobado que este se puede aplicar en fincas de diversos tamaños, incluyendo a fincas menores de 5 hectáreas, lo que supone una gran oportunidad para estos productores para que pongan

en marcha un proyecto que de seguro les brindará mayor rentabilidad, reduciendo costos por mantenimiento y maximizando los beneficios de sus fincas.

- **DEBILIDADES:** Una de las debilidades con la que cuenta el SSP es la de contar con, por así decirlo, poco estudio. El SSP es un tipo de agroforestería que hace pocos años se está implementando en América Latina y en el mundo, por lo que su estudio y sus posibilidades de aplicación aún están en estudio y se requiere de mayor participación de países e investigadores que aporten a la temática en cuestión. Además, aún no se han reportado en su totalidad los múltiples beneficios que aportan, ni se ha ahondado acerca de los servicios ambientales que ofrecen, en particular el del recurso hídrico, que resulta importante no sólo para ser aplicado en Mendoza sino en el mundo, debido a la problemática que hay en torno al agua y que afecta a la población mundial.
- **AMENAZAS:** La gran y única amenaza que un SSP puede tener es la ganadería tradicional. Esto sucede porque en muchas ocasiones puede ocurrir que los gobiernos y/o productores no quieran cambiar sus formas de producción, dejando a un lado este sistema, y siguiendo con sus técnicas ya conocidas y rentables para ellos. La amenaza es significativa ya que si no hay interés por parte del gobierno ni de los productores, difícilmente pueda llegar a implementarse un SSP y por ende, obtener los beneficios ya comprobados. Además, emplear un SSP supondría la reconversión de muchas fincas, lo cual para muchos productores podría representar pérdida de tiempo o dinero, o simplemente desinterés por innovar o cambiar sus formas de producir o manejar el ganado.

Teniendo en cuenta el análisis anteriormente descrito, y en donde se pueden evidenciar las ventajas y desventajas de un SSP en Mendoza, hay ciertos puntos que se debieran tener en cuenta para que la aplicación pueda hacerse efectiva y los gobiernos, productores y sociedad en general puedan apreciar lo que con este trabajo se ha intentado explicar: Se puede producir más carne, más leche, más vegetales, manteniendo el bienestar animal, conservando fuentes de agua, suelos y biodiversidad, sin que esto suponga efectos negativos para el medio ambiente, el productor y la economía.

En primer lugar se debería trabajar más con el gobierno y los productores para que se interesen en la temática y que de esta forma puedan tener una alternativa viable y rentable que contribuya a la provincia de manera económica, social y ambiental.

En segundo lugar, sería interesante ahondar más acerca de los servicios ambientales que podría ofrecer un SSP, principalmente en cuanto al recurso hídrico, y aplicado en diversos climas y áreas para que estos puedan aplicarse en un futuro a mayor escala.

Conclusión

Luego del análisis de los SSP se puede concluir que:

- Los SSP representan una alternativa viable y sostenible que puede ayudar a combatir el cambio climático.
- Son rentables, pudiendo maximizar las producciones y sin que esto suponga daños al medio ambiente y a la economía.
- Es posible aplicar un modelo silvopastoril en el área frutícola de Mendoza, teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la provincia, el ganado y especies vegetales que aquí se encuentran.
- La aplicación de SSP en la provincia supondría una mejora en los suelos, ordenamiento territorial, y preservación del ambiente, generando mayores índices de biodiversidad, bienestar animal y aportando a la economía de pequeños y medianos productores, maximizando sus producciones y rentabilidad.
- La implementación de SSP en el territorio provincial contribuiría a la economía de Mendoza, ofreciendo mayores posibilidades de inversión, con beneficios reales manteniéndose en el tiempo.

Bibliografía

1. Leyva R., Santa Laura, Baldoquín P., Aime, & Reyes O., Manuel. Propiedades de los suelos en diferentes usos agropecuarios, Las Tunas, Cuba. Revista de Ciencias Agrícolas [Internet] 2018 [citado 4 Agosto 2020] 35(1),36-47. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.22267/rcia.183501.81>
2. Alonso, J. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. Revista Cubana de Ciencia Agrícola [Internet], 2011 [citado 4 Agosto 2020] vol. 45, núm. 2; 107-115. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022245001>
3. FAO. The state of food and agriculture 2009. Livestock in the balance. Roma, Italia; 2009 [citado 8 agosto 2020] Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf>
4. Steinfeld, H. Gerber, P. Wassenaar, T. Castel, V. Rosales, M. de Haan, C. La larga sombra del ganado. FAO. Roma, Italia: 2006 [citado 8 agosto 2020] Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>
5. Herrero M. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. Proc Natl Acad Sci USA [Internet] 2013 [citado 8 agosto 2020] Disponible en: <https://www.pnas.org/content/110/52/20888.full>
6. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Abordar el cambio climático a través de la ganadería: una evaluación

- global de las emisiones y las oportunidades de mitigación. Roma, Italia; 2013 [citado 8 agosto 2020] p. 1-115. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i3437s/i3437s00.htm>
7. Harvey C, Sáenz J. Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Primera edición. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad; 2008. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/325128485>
 8. Barrios Ramírez, Jesús María. Muriel Ruiz, Sandra Bibiana . Propuesta de manejo ambiental de una finca ganadera enmarcada en la certificación de buenas prácticas ganaderas. Revista Politécnica [Internet] 2010 [citado 8 agosto 2020]; Año 6. Número 11. Disponible en: https://www.academia.edu/18612445/Propuesta_de_manejo_ambiental_de_una_finca_ganadera_enmarcada_en_la_certificaci%C3%B3n_de_buenas_pr%C3%A1cticas_ganaderas
 9. Murgueitio, E., Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina. Avances en Investigación Agropecuaria [Internet]. 2009 [citado 8 agosto 2020]; 13(1):3-20. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83712269002>
 10. Montagnini, F; Somarriba, E; Murgueitio, E; Fassola, H; Eibl, B. Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402. 2015. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Somarriba/publication/324416322_Sistemas_Agroforestales_Funciones_productivas_socioeconomicas_y_ambientales/links/5accec250f7e9b1896547daa/Sistemas-Agroforestales-Funciones-productivas-socioeconomicas-y-ambientales.pdf?origin=publication_detail
 11. Nardone, A. Sustainability of small ruminant organic systems of production. Livestock Production Science. 2004; vol 90; p 27-39.
 12. Murgueitio E, Ibrahim M. Agroforestería ganadera para la reconversión del ganado en América Latina. Investigación ganadera para el desarrollo rural. [Internet] 2001 [citado 7 Agosto 2020] Vol 13, Artículo 26. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd13/3/murg133.htm>
 13. Benavides, Jorge E. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la Ganadería. p 449-489. Disponible en: <http://www.fao.org/3/x1213s/x1213s12.pdf>
 14. Ojeda P. Pedro Antonio. Sistemas Silvopastoriles, una opción para el Manejo Sustentable de la Ganadería. Primera edición: Santiago de Cali, Colombia: Fidar; 2003. Disponible en: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3911/2/200610241733_2_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf
 15. Herrera, J., Hernández, A., Noda, Aida C. Estudio preliminar de la conducta alimentaria de cabras lecheras en un sistema silvopastoril. Revista Cubana de Ciencia Agrícola [Internet]. 2007 [citado 10 Agosto 2020] 41(4):329-332. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017712005>
 16. Pascale, C.; Zubillaga, M.M.; Taboada, M.A. Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: Avances en Argentina. Primera edición: Buenos Aires, Argentina. 15 pp. 2014. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Nuria_Lewczuk/publication/304913926_Sustentabilidad_y_las_emisiones_de_carbono_en_la_agricultura_argentina/links/577d0cbe08aeb71c4e939fc4/Sustentabilidad-y-las-emisiones-de-carbono-en-la-agricultura-argentina.pdf
 17. Ibrahim, M; Harvey, C. Diseño y manejo de la cobertura arbórea en fincas ganaderas para mejorar las funciones productivas y brindar servicios ambientales. Agroforestería en las Américas [Internet] 2003 [citado 7 Agosto

- 2020] 10(39-40):4-5. Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Celia_Harvey/publication/325206375_Diseño_y_manejo_de_la_cobertura_arborea_en_fincas_ganaderas_para_mejorar_las_funciones_productivas_y_brindar_servicios_ecologicos/links/5afde1580f7e9b98e0f53031/Diseño-y-manejo-de-la-cobertura-arborea-en-fincas-ganaderas-para-mejorar-las-funciones-productivas-y-brindar-servicios-ecologicos.pdf?origin=publication_detail
18. Mahecha Liliana. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Revista Colombiana Ciencias Pecuarias [Internet] 2002 [citado 7 Agosto 2020] Vol. 15: 2, pp 226-231. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3242906>
 19. Pezo e Ibrahim Sistemas silvopastoriles. Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza CATIE. Segunda Edición. 1999. Disponible en:
https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=BrWHDQcM7PwC&oi=fnd&pg=PR7&dq=tipos+de+sistemas+silvopastoriles&ots=wrPMrM-lc9&sig=yeV3avDo_yf7zPqtSxIxpHmzZBI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
 20. ONU. PLANTAS PERENNES LEÑOSAS DENTRO DE OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE PARA EL 2030. 2016 [citado 2 octubre 2019] Disponible en:
https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/The%20Sustainable%20Development%20Goals%20Report%202016_Spanish.pdf
 21. Montagnini, Florencia. Finney, Christopher. Payments for Environmental Services in Latin America as a Tool for Restoration and Rural Development. Ambio A Journal of the Human Environment. [Internet] 2011 [citado 2 octubre 2019] 40. 285-97. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/51194675_Payments_for_Environmental_Services_in_Latin_America_as_a_Tool_for_Restoration_and_Rural_Development
 22. Musálem, M. Á., Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente [Internet]. 2002 [citado 11 Agosto 2020] 8 (2): 91-100. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62980201>
 23. Murgueitio E. Es posible enfrentar el cambio climático y producir más leche y carne con sistemas silvopastoriles intensivos. Revista Ceiba [Internet] ; 2016 [citado 7 Agosto 2020]; Volumen 54: 23-30. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/305809118_Es_Posible_Enfrentar_el_Cambio_Climatico_y_Producir_mas_Leche_y_Carne_con_Sistemas_Silvopastoriles_Intensivos
 24. Pérez, A.M. Sotelo, M. Ramírez, F. López, A. Siria, I. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de matiguás y río blanco, dpto. de matagalpa, Nicaragua. Revista científica de ecología y medio ambiente [Internet] 2006 [citado 9 Agosto 2020] Vol 15, No 3. Disponible en:
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/497>
 25. Ballesteros-Correa Jesús, Morelo-García Luís, Pérez-Torres Jairo. Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en Córdoba, Colombia. Caldasia [Internet]. 2019 [citado 11 Agosto 2020]; 41(1): 224-234. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/caldasias.v41n1.71320>.
 26. Del Pozo Rodríguez, Pedro Pablo. Los sistemas Silvopastoriles. Una alternativa para el manejo ecológico de los pastizales: Experiencias de su aplicación en Cuba. PRV nas Americas. Anais do III Encontro Pan-Americano sobre Manejo Agroecológico de Pastagens. 2019 [citado 7 Septiembre 2020];

- V. 14, n° 2. Disponible en: <https://www.engormix.com/mbr-1130191/pedro-pablo-pozo-rodriguez>
27. Gamarra C, Díaz, Lezcano M, Vera de Ortíz M, Galeano M, Cabrera Cardús A. Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del Chaco paraguayo. Revista Mexicana de Ciencias Forestales [Internet] 2018 [citado 2 oct 2019]; 9(46). Disponible en: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/forestales/article/view/134>
 28. Jimenez Ruiz, E.R. Sistemas silvopastoriles y cambio climático: estimación y predicción de biomasa arbórea. La granja: Revista de Ciencias de la Vida [Internet] 2019 [citado 7 Agosto 2020]; 29(1) 45-55. Disponible en: <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/29.2019.04>
 29. Murgueitio R, Enrique, D Chará, Julián, Solarte, Antonio J, Uribe, Fernando, Zapata, Catalina, Rivera, Julián E, Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias [Internet] 2013 [citado 7 Agosto 2020]; 313-316. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295060031012>
 30. Tarazona, A. M. Ceballos, M. C. Cuartas, C. A. Naranjo, J. F. Murgueitio, E. Barahona, R. The relationship between nutritional status and bovine welfare associated to adoption of intensive silvopastoral systems in tropical conditions. No. 175. Roma: FAO; 2013. Disponible en: <http://www.thebeefsite.com/articles/3593/the-relationship-between-nutritional-status-and-bovine-welfare-associated-to-adoption-of-intensive-silvopastoral-systems-in-tropical-conditions/>
 31. Fassbender H. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales; 20. Edición. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 1993. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0813e/A0813e.pdf>
 32. Gómez JE, Velásquez JE. Proceso integral de recuperación y manejo de praderas, condición fundamental para el desarrollo ganadero en Caquetá. Boletín Técnico Corpoica-Pronatta. 1999. Disponible en: http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6721/1/2006102416497_Recuperacion%20y%20manejo%20de%20praderas.pdf
 33. Carvalho, MM. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composicao mineral da forragem em pastagens de Brachiaria. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia [Internet] 1994 [citado 12 Agosto 2020] 23: 709 – 718. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mnf=014470>
 34. Young, A. Agroforestry systems for soil management. 2nd (Ed.). CAB International, New York, USA. 320 p. 1997
 35. Iraola J. Caracterización faunística en un sistema silvopastoril destinado al ganado de engorde. Pastos y Forrajes [Internet] 2015 [citado 12 Agosto 2020] Vol. 38, No. 4, p 418-424. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000400005
 36. Oliva, Manuel, Culqui Mirano, Lorenzo, Leiva, Santos, Collazos, Roicer, Salas, Rolando, Vásquez, Héctor V., Maicelo Quintana, Jorge Luis. Reserva de carbono en un sistema silvopastoril compuesto de Pinus patula y herbáceas nativas. Scientia Agropecuaria [Internet]. 2017 [citado 13 Agosto 2020] 8(2):149-157. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/3576518740>
 37. González, J. M. Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (sspi), con base en Leucaena leucocephala (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México) Avances en Investigación

- Agropecuaria [Internet] 2013 [citado 13 Agosto 2020] vol. 17, núm. 3, p 35-50. Disponible en: <http://ww.ucol.mx/revai/portal/pdf/2013/sept/3.pdf>
38. Rade L DY, Cañadas A, Zambrano C, Molina C, Ormaza A, Wehenkel C. Viabilidad económica y financiera de sistemas silvopastoriles con *Jatropha curcas* L. en Manabí, Ecuador. Revista Mvz Córdoba [Internet]. 2017 [citado 2 octubre 2019] 22(3):6241-55. Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/revistamvz/article/view/1129>
 39. Estrada Lopez, I. Evaluación productiva y económica de un sistema silvopastoril intensivo en bovinos doble propósito en Michoacán, México. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva [Internet] 2018 [citado 12 Agosto 2020] vol. 25, núm. 3. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/104/10455646008/html/index.html>
 40. Gaviria, X; Rivera, J; Barahona, J. Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. Pastos y Forrajes [Internet] 2015 [citado 7 Agosto 2020] Vol. 38, No. 2, abril-junio, 194-201 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000200007
 41. Sánchez, Saray, Crespo, GJ, Hernández, Marta, Descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham. III. Influencia de la densidad y diversidad de la macrofauna asociada. Pastos y Forrajes [Internet] 2010 [citado 7 Agosto 2020] 33 (1): 1-11. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269119691003>
 42. Bautista-Tolentino, Marcelo; Silvia López-Ortiz; Ponciano Pérez-Hernández; Mónica Vargas-Mendoza; Felipe Gallardo-López y Fernando Carlos Gómez-Merino. Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad El Limón, municipio de paso de ovejas, Veracruz, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems [Internet] 2011 [citado 7 Agosto 2020] 63 - 76 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93915703005.pdf>
 43. Morales Velasco, Sandra. Variables biofísicas de doce sistemas agrosilvopastoriles en la meseta de Popayán - Cauca. Rev.Bio.Agro [Internet] 2015 [citado 4 Agosto 2020] 13(2): 11-21. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(13\)11-21](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(13)11-21).
 44. Perez Casar, Laura. Silvopastoril, un sistema en expansión en la Argentina. RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias [Internet] 2016 [citado 7 Agosto 2020] 42(2):120-124. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86447075002>
 45. Colcombet, Luis. Los sistemas silvopastoriles en las provincias de Misiones y Corrientes, Argentina. Sistemas Agroforestales. Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE, Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p. 2015. Disponible en: <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:296869f>
 46. Caballé, Gonzalo. Sistema Silvopastoril con Caprinos y Pino. En Neuquén se demuestra su compatibilidad. Revista Forestal [Internet] 2011 [citado 15 Agosto 2020] Vol 21: 95-98 Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_forestal21_silvopastoreo.pdf
 47. Agrícola MENDOZA INVEST [Internet]. Invest.mendoza.gov.ar. 2019 [citado 12 octubre 2020]. Disponible en: http://invest.mendoza.gov.ar/?page_id=2530
 48. IDR [Internet]. Idr.org.ar. 2019 [citado 12 octubre 2020]. Disponible en: https://www.idr.org.ar/wp-content/uploads/2019/06/informe_evolucion_fruticultura.pdf
 49. Niño Carreño, Delia. Caracterización de la producción de caprinos bajo sistemas silvopastoriles en la vereda La Jabonera del municipio de Soata -

- Boyaca [Tesis de grado] Santafé de Bogotá: Universidad Nacional abierta y a distancia "UNAD" Facultad de ciencias agropecuarias y medio ambiente Duitama; 2012 [citado 12 octubre 2020] Disponible en: https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/1071/Final_Delia_Nino_C.pdf?sequence=1&isAllowed=y
50. Chóez Veintimilla, Holger Andrés. Diseño e implementación de un sistema silvopastoril en el Centro Nacional de mejoramiento caprino, Granja El Azúcar [Tesis de grado] La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena; 2017 [citado 12 octubre 2020] Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/4284>
 51. Bernard, Oscar. Manejo de caprinos a campo. Dirección provincial de ganadería. Mendoza; 2020 Disponible en: <http://www.ganaderia.mendoza.gov.ar/index.php/prensa/111-manejo-de-caprinos-a-campo>
 52. Dirección general de agricultura y ganadería, Gobierno de la provincia de Santiago del Estero y Ministerio de producción, recursos naturales, forestación y tierras. Plan Estratégico para el sector caprino provincial. Plan estratégico para el sector caprino provincial. Santiago del Estero; 2007 Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/caprinos/informes/_archivos/000004-Situaci%C3%B3n%20Caprina/000130_Santiago%20del%20Estero.pdf
 53. Martín, Pablo Simón. Control Biológico de Arbustales con Cabras en Sistemas Silvopastoriles. Fundapaz Filial Vera. SAGPyA [Internet] 2006 [citado 10 Agosto 2020] Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/66-Control_arbustales_con_cabras.pdf
 54. Baldizán A. Sistemas de alimentación sostenible para ovinos y caprinos. "Red Iberoamericana para el Mejoramiento Productivo de Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos". Presentación presentada en; 2004; Ciego de Ávila, Cuba.
 55. Salinas A. Aprovechamiento silvopastoril con caprinos y ovinos [Internet]. Latranqueraweb.com.ar. 2008 [citado el 11 de septiembre de 2020]. Disponible en: http://www.latranqueraweb.com.ar/web/archivos/menu/Aprovechamiento_silvo_pastoril.pdf
 56. López Y. Comportamiento productivo de reproductoras ovinas en un sistema silvopastoril. Pastos y Forrajes [Internet] 2011 [citado 15 Agosto 2020] Vol. 34, No. 1, 87-96 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942011000100007
 57. Benezra, M. Utilización de ovinos en el pastoreo de la cubierta herbácea en cultivos perennes. I Curso Sobre Manejo Alimentario De Ovinos Y Caprinos A Pastoreo. Sovepaf-Unerg. Presentación presentada en; 1996; San Juan De Los Morros, Venezuela.
 58. FAO. Cría de Ovinos y cabras lecheras. [Internet] 2000 [citado 12 octubre 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s24.htm>.
 59. Sánchez, M. Alimentación de pequeños rumiantes y herbívoros en los trópicos. Pastos y Forrajes [Internet] 2009 [citado 12 octubre 2020] Vol. 2, No. 1, 2000, Editorial Universitaria, La Habana, CU. Disponible en: <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=download&path%5B%5D=949&path%5B%5D=1549&inline=1>
 60. Rodríguez Fernández, Gustavo. Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala y Crescentia cujete. Revista Corpoica Ciencia, tecnología agropecuaria [Internet] 2013 [citado 14 octubre 2020] p 77-89

- Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062013000100009&script=sci_abstract&tlng=es
61. Manríquez-Mendoza, L. Productividad de un sistema silvopastoril intensivo bajo pastoreo simultáneo de bovinos y ovinos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [Internet] 2011 [citado 14 octubre 2020] 573 - 584 Disponible en: <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/1418/697>
 62. Velasco, J.A. Productividad forrajera, aporte de fósforo foliar y dinámica de los hongos endomicorrízicos y lombrices, en una pradera de *Brachiaria humidicola* sola y en asociación con *Acacia mangium* [Tesis de Maestría] Turrialba, Costa Rica: CATIE; 1998.
 63. Caretta A. Probabilidades de daño por viento zonda en la floración de frutales, vid y olivos, Mendoza, Argentina. *Rev. FCA UNCuyo* [Internet]. 2004 [citado 16 de diciembre de 2020] Tomo XXXVI: 49-58. Disponible en: https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/82/CarettaAgrarias2-04.pdf
 64. Grosso Cepparo, M.V. Agua y tierras secas: Lecturas críticas sobre la escasez hídrica en el departamento de Lavalle (Mendoza, Argentina). *Estudios Socioterritoriales*, Tandil. 2017 [citado 14 octubre 2020] v. 22. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/43625>
 65. Araujo, E. Investigación sistémica sobre regímenes de gestión del agua: El caso de Mendoza Argentina. Informe inédito. Global Water Partnership [Internet] 2003 [citado 14 octubre 2020] p 1-92 Disponible en: <https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/1/23421/inar00304.pdf>
 66. Beer, J. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* [Internet] 2003 [citado 14 octubre 2020] 10(37-38): 80-87. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228916276_Servicios_ambientales_de_los_sistemas_agroforestales
 67. Alonso, J. Diversidad zoológica asociada a un silvopastoreo leucaena-guinea con diferentes edades de establecimiento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [Internet] 2007 [citado 16 diciembre 2020] vol.42 n.12 Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007001200001&lang=en
 68. Mussetta P. Vulnerabilidad de productores rurales de Mendoza ante el Cambio Ambiental Global: clima, agua, economía y sociedad. *Rev.FCA UNCUYO* [Internet]. 2015 [citado 16 diciembre 2020] 47(2):145-70 Disponible en: <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/RFCA/article/view/3310>
 69. INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina [Internet]. Indec.gob.ar. 2018 [citado 11 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87>
 70. Timaure-Jiménez, C. Sistemas de producción caprina y ovina en la subregión Costa Oriental del Lago de Maracaibo. *Tecnología en Marcha* [Internet] 2015 [citado 10 agosto 2020] Vol. 28, Nº 1, p 71-90. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2193
 71. Dalmasso, C. Cambio de uso de suelo agrícola en la provincia de Mendoza: Avances sobre la dinámica hortícola y las estrategias de reproducción social de sus agentes. *ResearchGate* [Internet] 2019 [citado 6 noviembre 2020] p 1-21 Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/338171631>
 72. Avanza la producción caprina en Mendoza [Internet]. *Revistachacra.com.ar*. 2019 [citado 6 noviembre 2020] Disponible en: <https://www.revistachacra.com.ar/nota/31487-avanza-la-produccion-caprina-en-mendoza/>