



Manejo de Bosque con Ganadería Integrada Región Parque Chaqueño 2

**Programa de capacitación para formuladores, evaluadores
y gestores de Planes de Manejo y Conservación en el
marco de la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de
Protección Ambiental de los Bosques Nativos**

**Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible**

Autoridades

Presidente de la Nación

Alberto Fernández

Vicepresidenta de la Nación

Cristina Fernández de Kirchner

Jefe de Gabinete de Ministros

Juan Luis Manzur

Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Juan Cabandié

Secretaria de Política Ambiental en Recursos Naturales

Florencia Gómez

Director Nacional de Bosques

Martín Mónaco

Equipo técnico

El equipo técnico de la Red Forestal Argentina (REDFORar).

Revisor: Técnicas y técnicos de la Dirección Nacional de Bosques

Para citar este material

Navall, M; Carranza, C; Tessi, T.; Ledesma, R.; Coria, D.; Saravia, J.; López, D.; Merletti, G. (2021). "Manejo de Bosque con Ganadería Integrada Región Parque Chaqueño 2". Programa de capacitación para formuladores, evaluadores y gestores de Planes de Manejo y Conservación en el marco de la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. Proyecto de Apoyo para la Preparación de REDD + (Donación N° TF019086 FCPF), Dirección Nacional de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Contenidos

Introducción	6
Un marco lógico para la planificación MBGI	6
Definición de tratamientos	7
El enfoque de disturbios en la planificación MBGI	7
Estructura y funcionamiento de los ecosistemas boscosos	9
Manejo de arbustivas	12
Rol de las arbustivas	12
Incremento de arbustivas en bosques y pastizales	13
Tratamientos de manejo del estrato arbustivo	14
Respuestas del estrato arbustivo a tratamientos	15
Recomendaciones para rolado de arbustivas	17
Caso especial: rolados de muy baja intensidad	18
Manejo de pasturas	19
Recursos forrajeros implantados	19
Recursos forrajeros espontáneos	23
Estimación de disponibilidad de forraje	24
Recomendaciones para manejo de pasturas	26
Manejo forestal	26
Variables de interés para la planificación del manejo	26
Desafíos del manejo forestal en silvopastoriles	27
Determinación del stock relativo y factibilidad de corta	28
Determinación de la posibilidad forestal	30
Selección de árboles de corta y cosecha	33
Convivencia entre desarbustados y manejo forestal	37
Manejo del ganado	40

Enfoques de la producción ganadera en áreas de bosques en la región chaqueña	40
Variables de gestión ganadera	42
Manejo de la biodiversidad	45
La biodiversidad y los predios ganaderos en la región Chaqueña	45
Principio de diseño de paisajes	47
El rolado y biodiversidad	48
Fuego y biodiversidad	48
Quemas prescriptas para recuperar biodiversidad	50
Prácticas adicionales para beneficiar a la fauna silvestre	51
Ejemplo	54
Bibliografía	55

Introducción

Un marco lógico para la planificación MBGI

La estructura del presente documento, que aborda la planificación MBGI para la región Parque Chaqueño, es una adaptación del denominado “Marco lógico para MBGI”, desarrollado como anexo del “Manual de indicadores para Monitoreo de Planes Prediales MBGI - Región Parque Chaqueño” (Carranza et.al (eds), 2020). Este marco, propone una serie de etapas lógicas para guiar la planificación predial MBGI, como un proceso iterativo, dando lugar a retroalimentaciones e influencias cruzadas entre las definiciones de cada etapa, hasta que se defina una planificación integral, coherente entre sus partes. Esta estructura se recomienda para acompañar el proceso de planificación, para que una vez completo, se vuelque lo planificado en el formulario que cada jurisdicción solicite para la presentación de planes. De esta manera, por un lado, se pone énfasis en la conexión e interrelación entre etapas, en lugar de seguir una simple sucesión lineal de capítulos poco conectados. Por el otro, el proceso de planificación se orienta a la mejora de la sustentabilidad predial a través de MBGI, usando al plan como una herramienta de gestión de las actividades prediales, y no como un simple trámite burocrático para obtener una autorización.

En este módulo, se desarrolla el capítulo correspondiente a los tratamientos, complementando el módulo anterior.



Definición de tratamientos

El enfoque de disturbios en la planificación MBGI

Desde un punto de vista de manejo, los tratamientos de la vegetación para instalar sistemas silvopastoriles en bosques nativos, se reconocen más por el “tipo de herramienta” utilizada: por ejemplo, se reconoce que las herramientas de desarbustado pueden variar desde la corta manual con hacha, pala y machete, hasta diferentes métodos mecanizados, como rolado o topado. Tradicionalmente se considera que herramientas grandes producen alta intensidad de perturbaciones, y que herramientas pequeñas producen perturbaciones de pequeña intensidad. Sin embargo, el tipo de herramienta no es suficiente para caracterizar el disturbio a aplicar. Si no se mencionan datos fundamentales como la severidad y la frecuencia del disturbio, poco puede decirse del impacto del mismo sobre el ecosistema. Por ejemplo, una corta frecuente e intensiva a hacha de los mejores árboles de quebracho colorado para postes, puede tener a largo plazo un impacto mayor en la estructura, productividad y calidad del bosque que un rolado selectivo. Lo mismo puede ocurrir con el tipo de ganado; si bien se conoce que las “herramientas” de pastoreo pueden tener sus diferencias (bovinos, caprinos, etc.), el tratamiento se define con más precisión si se estima la carga (intensidad del pastoreo), o si es rotativo o continuo (frecuencia), etc.

Por esta razón, para la definición de tratamientos en el marco de la planificación MBGI, se propone utilizar el enfoque de disturbios. Los disturbios (perturbaciones) se definen como eventos discretos (es decir no permanentes en el tiempo) que implican una remoción/destrucción de biomasa vegetal existente en un potrero o predio. Las perturbaciones generan una redistribución de los recursos naturales como luz solar, agua y nutrientes del suelo, que son luego utilizados para generar servicios. También sirven para introducir nuevas especies, o para redistribuir los recursos existentes entre los individuos (ej. raleos). En el contexto de MBGI se propone diseñar los tratamientos para regular la dominancia de cada componente del sistema (árboles, arbustos, pastos) considerando las variables que caracterizan a los disturbios: intensidad, severidad, frecuencia y extensión. Este enfoque brinda un marco común de planificación a toda intervención sobre la estructura del ecosistema, permitiendo así su adecuada integración y monitoreo (Kunst et al, 2015).

La intensidad se refiere a la ‘dosis’ del disturbio (mayor o menor) y está asociado al volumen o cantidad de biomasa removida por la perturbación.

La severidad está relacionada con el efecto que la intensidad del disturbio tiene sobre el ecosistema, sobre el suelo y el resto de la comunidad del sitio ecológico.

La frecuencia es el período de tiempo en el que el mismo disturbio vuelve a ocurrir en el mismo lugar. En un contexto ecológico se la llama ‘tiempo de retorno’, y en la ciencia forestal, se la llama ‘rotación’ o ‘turno de corta’. En manejo de pasturas se la llama ‘período de rotación’, donde la frecuencia del pastoreo (disturbio) está en función del crecimiento de la pastura y de su capacidad para reponer el tejido consumido por la hacienda.

La extensión es la superficie abarcada por cada disturbio y su ubicación en el espacio. Tiene gran relevancia en la conectividad para fauna.

Además de estas definiciones, los tratamientos deben vincularse a una determinada unidad de manejo y a las metas que se espera contribuir con su aplicación. Se sugiere incorporar también los costos e ingresos generados por cada práctica, a los efectos de ajustar la proyección de tratamientos a un flujo de fondos posible. La tabla siguiente muestra algunos ejemplos:

I d	U M	meta princi pal	tratamien to	intensidad	severidad	frecuencia	extensión	Metas secund arias
A	1	1	Rolado de baja intensidad	Ej: rolado en fajas con intensidad menor al 60%	Minimizar daño a árboles, personal capacitado...	Se estima en mayor a 10 años, por el retratamiento con ganado caprino	100 ha anuales hasta completar la extensión de la unidad de manejo	2,3
B	1	2	Pastoreo bovino	Se utilizarán cargas instantáneas altas, con descansos prolongados	Alta severidad sobre pasturas, evita encañamiento	Ciclo de pastoreos de frecuencia bimestral	Toda la unidad de manejo se pastorea 2-3 veces en el año	

También deben identificarse **otros tratamientos que no remueven biomasa**, pero que se aplican sobre alguna unidad de manejo específica, por ejemplo, la clausura, la restauración, el control de erosión, infraestructura. Se debe explicitar claramente en qué consisten y a qué metas se orientan, aunque no remuevan biomasa. En este módulo, son prácticas de este tipo algunas de las recomendadas en el capítulo de manejo ganadero y de la biodiversidad.

Estructura y funcionamiento de los ecosistemas boscosos

El ecosistema se encuentra en equilibrio dinámico y su funcionamiento implica constantes cambios. A nivel global, la materia circula describiendo ciclos que se repiten continuamente, por lo que si no hubiera exportación de materia hacia el entorno o exterior (ej. pérdidas hacia el ambiente o la atmósfera), el ecosistema “podría” funcionar indefinidamente sin necesidad de recibir nuevos aportes de materia. La energía en cambio, fluye unidireccionalmente y en cada transformación que sufre, parte de ésta se disipa y no puede ser utilizada nuevamente. Por lo tanto, es necesario un aporte continuo de energía, de lo contrario el ecosistema dejaría de funcionar. Esa energía ingresa a los ecosistemas terrestres por medio de la radiación solar y la fotosíntesis de las plantas, que son la base fundacional de estos ecosistemas (Lewis 2001, López et al. 2011). Además de pérdidas de energía, a nivel de un ecosistema en un paisaje o una región, también existen pérdidas de materia hacia otros ecosistemas adyacentes (ej. materia orgánica, nutrientes y agua), o hacia la atmósfera como evapotranspiración, lo cual implica que en dicho ecosistema se deba reponer biomasa mediante la fotosíntesis.

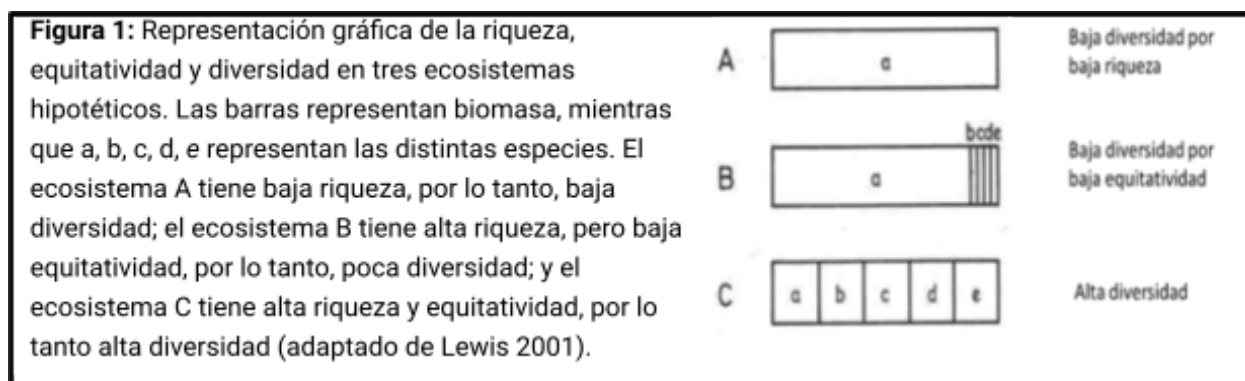
La capacidad de un ecosistema de utilizar eficientemente la radiación incidente y los recursos del ambiente, como agua y nutrientes, dependerá de la complejidad de su funcionamiento. El resultado de las distintas relaciones intra e interespecíficas entre diferentes especies vegetales, animales y de microorganismos generan ecosistemas con diferentes complejidad estructural y funcionamiento. Esa complejidad y funcionamiento dependerá de las condiciones potenciales del ambiente (ej. clima, relieve, suelo) y de las especies que se encuentran (ej. herbáceas, arbustivas y/o arbóreas). En este contexto, el manejo de los ecosistemas consiste en manipular su estructura para que el funcionamiento del sistema tenga determinados flujos de materia y energía, ya sea dentro del sistema o como pérdidas del sistema. Estas pérdidas del sistema pueden ser producción de bienes agropecuarios (ej. leña, madera, carne, frutos del monte), o pérdidas por disipación al ambiente o erosión, como por ej. calor, pérdida de suelo, materia y nutrientes por erosión, pérdida de agua por escorrentía y evaporación, entre otros (Lewis et al. 2004, López et al. 2011). Por lo tanto, el manejo a implementar deberá

contemplar cómo el ecosistema repondrá la materia y/o energía extraídas, manteniéndose el equilibrio dinámico a diferentes escalas espacio-temporales. La vegetación cumple un papel fundamental en la mayor parte de los ecosistemas terrestres, no sólo como productores, sino como reguladores de los ecosistemas. La composición específica y la estructura de la comunidad vegetal de un ecosistema son distintas en diferentes ambientes o “sitios ecológicos” y con diferentes manejos. Pero en todas las comunidades hay especies que son más frecuentes que otras, tienen más individuos u ocupan más lugar. Estas especies conforman la matriz de la comunidad, y son las dominantes; y las otras especies son acompañantes (ocupando un espacio o cobertura variable), o raras y escasas si ocupan muy pocos espacios y son subordinadas. Cuando la dominancia es compartida por más de una especie, se las denominan codominantes. La relación espacial entre los distintos individuos y distintas especies le da una estructura a la comunidad que le confiere su fisonomía. En distintos lugares, comunidades con fisonomía parecida pueden tener composiciones de especies específicas distintas. En ambientes similares, dentro de una misma región, es de esperar que tanto la fisonomía como la composición específica de la comunidad sea también similar (Lewis 2001, Lewis et al. 2004).

Una característica fundamental de la estructura y el funcionamiento de un ecosistema es la diversidad de especies. Un ecosistema que tiene muchas especies es un ecosistema muy rico, si el número de especies vegetales es grande la riqueza florística es grande y si tiene un gran número de especies animales su riqueza faunística es grande. Cuanto mayor sean la riqueza florística y la riqueza faunística probablemente la diversidad del ecosistema sea mayor, pero esto no siempre ocurre así. Un ecosistema puede tener mayor diversidad que otro cuya riqueza florística y faunística sea más grande; y dos ecosistemas con el mismo número de especies (riqueza) pueden tener distinta diversidad. Si dos ecosistemas tienen el mismo número de especies, el ecosistema de mayor diversidad será aquel en que la biomasa esté mejor distribuida entre sus especies (es decir que tenga mayor equitatividad). En la Figura 1 (adaptado de Lewis 2001) se representan por barras el 100% de la biomasa de los ecosistemas A, B y C. El ecosistema A tiene una sola especie y los ecosistemas B y C tienen cinco especies cada uno, por lo tanto, sus riquezas son idénticas, y son más ricos y diversos que el ecosistema A. Pero el ecosistema C tiene mayor diversidad que el ecosistema B, ya que sus cinco especies contribuyen en forma aproximadamente igual a la biomasa total del mismo, mientras que en B una especie es muy importante y aporta la mayor parte

de la biomasa del ecosistema, en cambio las otras especies son insignificantes (Lewis 2001). Esta diversidad que es intrínseca de un ecosistema, es decir, de una misma comunidad, es la “diversidad alfa” (a escala de unidad de paisaje o sitio ecológico). También se puede evaluar la “diversidad-beta”, que es la diferencia (o tasa de cambio) en el número de especies entre dos ecosistemas adyacentes (o sea, es la diferencia de la riqueza entre dos ecosistemas contiguos o cercanos, y está asociada a la heterogeneidad del paisaje). Finalmente, a la diversidad total encontrada en una región o un “paisaje” que comprende varios ecosistemas, se la denomina “diversidad-gamma”.

Las especies vegetales que componen la comunidad tienen distintas formas de crecimiento (árboles, arbustos, hierbas altas, hierbas bajas, musgos, etc.), por lo que alcanzan distintas alturas, y conforman diferentes tipos de forma de vida o grupos funcionales. Estas formas de crecimiento, y su rol en el ecosistema determinan que cumplan determinadas funciones ecológicas. Así, cada grupo funcional puede ser definido respecto a su contribución a los procesos ecosistémicos (ej. asociado a ciclado de nutrientes, polinización, dispersión de semillas, retención de suelo y regulación eco-hidrológica), o por la respuesta de las especies a cambios en las variables ambientales o disturbios antrópicos y/o ambientales (ej. tipo de resiliencia frente a sequías, al pastoreo, al fuego o tala). La diversidad de grupos funcionales puede asociarse a la diversidad de funciones o procesos ecosistémicos que ocurren en dicho sistema. Por ejemplo, un bosque complejo, con alta diversidad, seguramente tenga mayor diversidad de funciones que un ecosistema de estepa o pastizal poco complejo. Por su parte, la diversidad funcional en un ecosistema se asocia al rango de opciones que tiene dicho sistema para responder a uno o más factores de disturbio. Por su parte, la redundancia funcional es la existencia de múltiples unidades similares no idénticas (ej. especies que componen un mismo grupo funcional), sustituibles funcionalmente entre sí por cumplir una función similar (López et al. 2017, Peri et al. 2021).



Manejo de arbustivas

Rol de las arbustivas

Los bosques son los ecosistemas terrestres más complejos y que mayor diversidad de bienes y servicios ambientales pueden proveer. Asimismo, mientras mayor es su complejidad estructural, mayor es la diversidad y/o cantidad de nichos ecológicos que puede albergar, y por ende puede tener mayor diversidad funcional (Peri et al. 2021). Cada grupo funcional cumple un rol fundamental en el bosque, por ello en el contexto de manejo de MBGI, además de establecer medidas para implementar un manejo adecuado del estrato arbóreo y herbáceo (focales en un manejo ganadero-forestal), debe prestarse mucha atención al manejo del estrato arbustivo en bosques. Esto se debe a que, el objetivo habitual de su manejo es liberar recursos, para favorecer la producción forrajera. Es importante remarcar y reconocer el rol fundamental del estrato arbustivo en la provisión de servicios ecosistémicos, clave tanto en la regulación ecológica como en la provisión de bienes, ya que provee materia orgánica al suelo, provee forraje, y regula el proceso de infiltración de agua, la erosión hídrica y eólica, y el ciclado de nutrientes, entre otras (Carranza y Ledesma 2005, Peri et al. 2017, 2021, Archer et al. 2017, Grau et al. 2014, Alofs y Fowler 2013). Por esto, no siempre puede considerarse a la arbustización como un proceso que conduce necesariamente a la degradación de los ecosistemas naturales (Eldrige et al. 2011; Archer et al. 2017). En cada región se deberán realizar estudios para determinar cuál es el porcentaje (o cantidad) mínimo a dejar en cada lote (predio y paisaje) de cada estrato, sobre todo en bosques secos y/o con pendientes (ej. del chaco árido) que son ecosistemas más vulnerables a ser degradados. Por ello, en zonas más áridas, la cobertura remanente del estrato

arbustivo (y la cobertura total) debiera ser mucho mayor que en otros ecosistemas boscosos, debido a que los suelos son mucho más susceptibles a degradarse y la tasa de recuperación es mucho más lenta (i.e. porque tiene suelos poco evolucionados, con baja capacidad de retención de agua y bajas precipitaciones). Asimismo, una baja cobertura del estrato leñoso puede significar una gran pérdida de agua del ecosistema por aumento de la evaporación directa (Peri et al. 2021). Algunos estudios indican que un 30% de cobertura es óptima para mantener la riqueza de especies vegetales (Soliveres et al. 2014) así como otras especies animales (Sirami et al. 2009) y favorecer a múltiples funciones ecosistémicas (Soliveres et al. 2014).

Incremento de arbustivas en bosques y pastizales

Uno de los cambios más notables en la estructura de la vegetación de regiones subhúmedas a áridas del mundo es el incremento de la densidad, cobertura y biomasa de especies arbustivas, junto con la reducción de la cobertura de especies de porte arbóreo y herbáceo (Archer et al. 2017). Si bien este fenómeno es típico de las sabanas y pastizales también se hace visible en ecosistemas boscosos, Este proceso conocido como arbustización (Adámoli et al. 1990) presenta diversas causas entre las que se pueden citar:

- **Clima.** A una escala global, la alternancia de ciclos húmedos y secos, modifican los patrones de vegetación, a través de efectos sobre la fenología y fisiología vegetal (Snyder y Tartowski, 2006). Las sequías favorecen la dominancia de arbustos xerófitos en detrimento de pastos mesófitos (Archer et al. 2017).
- **Pastoreo.** El sobrepastoreo puede favorecer el incremento de las especies arbustivas mediante la reducción de la biomasa de herbáceas y la dispersión de semillas de leñosas (Archer et al. 2017). Altos niveles de herbivoría durante tiempos prolongados afectan la habilidad para rebrotar de los pastos, esto reduce la cantidad de combustible fino, modificando el régimen de fuego y favoreciendo el desarrollo de las especies arbustivas (Van Auken, 2000).
- **Cambios en el régimen del fuego.** El régimen del fuego ha influenciado en la dinámica de la vegetación en muchos ecosistemas terrestres (Archer et al. 2017).

Entender las causas de la arbustización contribuirá a definir mejores estrategias al momento de planificar las acciones en un sitio ecológico determinado, teniendo en

cuenta el estado inicial de las leñosas presentes, el cual debe ser definido a partir del diagnóstico de la línea de base.

La arbustización representa un problema práctico expresado por muchos productores ganaderos de la región Chaqueña, quienes observan la disminución de la productividad de sus lotes con pasturas cultivadas y nativas y por lo tanto una disminución en la receptividad ganadera. Por otro lado, es menester considerar que las especies leñosas arbustivas tienen funciones claves en los ecosistemas y que, por lo tanto, es necesario identificarlas para poder delinear un plan de intervenciones que reduzca la cobertura de las especies indeseables y mantenga y/o incremente aquellas benéficas.

Tratamientos de manejo del estrato arbustivo

Desarbustado manual

El desarbustado manual es una opción adecuada para pequeñas superficies de intervención. Como ventajas de este tratamiento, cabe destacar que permite extraer buena parte de la raíz de las plantas (con lo que se reduce el vigor del rebrote posterior), y se aplica de manera completamente selectiva. Como desventajas, además de la gran demanda de mano de obra que implica (que a veces no es accesible), se resalta que cuesta mucho disponer de los restos extraídos. Esta dificultad se resuelve normalmente mediante la quema, pero esto acarrea riesgos de incendio y daños al suelo por calcinamiento.

Rolado

Uno de los métodos mecánicos más usados para el manejo de las leñosas es el rolado (Kunst et al 2015). Existen distintos tipos de rolos con diferentes anchos de labor que deberán ser seleccionados según las normativas de cada autoridad de aplicación provincial. Cuando el rolo es traccionado por un tractor acorazado preparado para el monte y su ancho de labor es menor o igual que la trocha del tractor, es posible realizar un rolado más selectivo, conservando mayor cantidad de individuos arbóreos mientras se reduce la cobertura de arbustivas. La velocidad de trabajo en esta tarea oscila entre 2 a 5 km por hora.

Adicionalmente, el rolo ejerce una remoción en el suelo que favorece la infiltración del agua en el perfil y genera espacios propicios para la germinación de las pasturas sembradas o de pastos y herbáceas nativas que se encuentren en el banco de semillas del suelo (Kunst et al 2015, Ledesma, 2020).

Químicos

Los métodos químicos de intervención se basan en el efecto diferencial que ciertos herbicidas ejercen sobre las distintas especies. Los reguladores del crecimiento constituyen un grupo de herbicidas generalmente selectivos para las gramíneas y activos sobre las dicotiledóneas. Dentro de ellos, a su vez, algunos han demostrado ser eficaces sobre especies arbustivas de amplia difusión en nuestro territorio (principalmente aminopyralid y picloram, en combinación con triclopyr, fluroxypyr o clopyralid). El ingrediente activo se une al receptor proteico de la auxina, interrumpiendo las vías metabólicas normales y ocasionando un crecimiento desregulado de la planta que puede resultar en la muerte del individuo. Este tipo de ingredientes activos son sistémicos, es decir ingresan a la planta y se traslocan hacia los sitios de acción. Si bien pueden ser absorbidos tanto por raíces como por hojas, y traslocarse tanto por vía xilemática como floemática, en el caso de los arbustos ya establecidos su absorción radicular es muy limitada, siendo sustancialmente más importante el ingreso a la planta a través del follaje y traslocación por vía floemática hacia los meristemas (Ledesma, Diaz Falú entre otros). Se ha observado que individuos de quebracho colorado han sido afectados negativamente por algunos ingredientes activos mencionados, por lo que se recomienda usar estos productos mediante aplicaciones localizadas a cada individuo mediante mochilas pulverizadoras. El uso de estos productos permitiría reducir la frecuencia de tratamientos mecánicos y de esa manera promover la emergencia y crecimiento de especies de valor forestal y forrajero.

Respuestas del estrato arbustivo a tratamientos

La estructura de una leñosa se produce a partir de la actividad y el grado de desarrollo de las yemas. El crecimiento longitudinal del tallo de una leñosa ocurre a expensas de la actividad de la yema apical o caulinar mientras que las yemas axilares o laterales son responsables de la formación de ramas y/o flores. El crecimiento de las yemas axilares se encuentra inhibido por la presencia de la yema apical, siendo este fenómeno mediado por la acción de hormonas y conocido como dominancia apical. Si se elimina la yema apical o caulinar, las yemas axilares comienzan a crecer vigorosamente y generan una estructura aérea mucho más frondosa y compacta (Bravo, 2018). Además, las leñosas presentan yemas axilares en los primeros 15-20 cm por debajo de la superficie del suelo, así como algunas especies presentan también raíces gemíferas. Por lo tanto, si se anulan las yemas aéreas (sea por corte, por fuego o por productos químicos), mientras la planta

tenga reservas energéticas brotarán las yemas subterráneas, restituyendo el área foliar probablemente con una arquitectura diferente.

El rolo aplasta y corta la parte aérea de las plantas cerca de la superficie del suelo. Es decir, produce un efecto de poda basal, pero la corona y raíces siguen vivas y es desde donde regeneran su estructura aérea. La remoción del aparato fotosintético obliga a la planta a usar la energía almacenada en los órganos subterráneos. La capacidad de rebrotar de las especies leñosas depende directamente de las reservas energéticas de la planta y de las condiciones de crecimiento posteriores a la intervención, especialmente disponibilidad hídrica y pastoreo.

Una alta frecuencia de perturbaciones (ej.: rolados y quemas anuales) induce el cambio de hábito de crecimiento y la formación de numerosos tallos, por lo tanto, más ramas y follaje, resultando al poco tiempo en una estructura vegetativa con mayor volumen y biomasa arbustiva que el presente previo a la intervención.

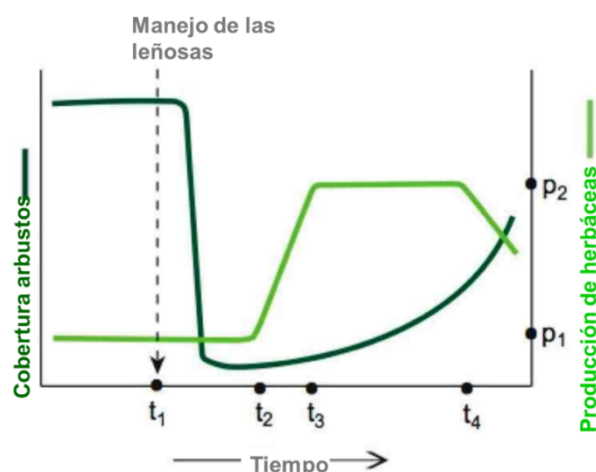
En síntesis, el rolo no mata al arbusto, en muchos casos favorece el establecimiento de nuevos individuos incrementando su densidad y afectando la accesibilidad forrajera. Por estos motivos su efectividad para controlar el estrato arbustivo a largo plazo ha sido cuestionada (Ledesma, 2020a). No obstante, el rolado permite la implantación de pasturas y recuperación de pastos nativos conservando individuos seleccionados (dependiendo de la intensidad del rolado), constituyendo así, una herramienta muy valiosa en términos de diseño del paisaje. Uno de los atributos que permiten conocer la accesibilidad de los potreros es el volumen de arbustos. Cuanto mayor sea el volumen que ocupan los arbustos en el espacio, menor será la accesibilidad al potrero. Es decir, la disponibilidad forrajera estará limitada, así como el tránsito de los animales y del personal. Posterior a un disturbio para el manejo de leñosas, como puede ser el rolado, la densidad y la cobertura de arbustos disminuye bruscamente inmediatamente, permitiendo el crecimiento de especies gramíneas y herbáceas forrajeras. Como todas las especies leñosas son capaces de rebrotar, recuperan la condición inicial después de un tiempo. Este tiempo depende principalmente del manejo de la carga animal aplicada en el lote. Por lo general, altas cargas durante un tiempo de pastoreo prolongado, reducen la capacidad de crecimiento de las gramíneas y favorece el desarrollo de arbustivas (Archer et al. 2017).

Los arbusticidas pueden presentar diversos efectos sobre el estrato arbustivo según el ingrediente activo elegido, la dosis empleada, el tipo de aplicación y el momento fenológico de la especie a tratar (Ledesma et al. 2020b). Si bien los arbusticidas presentan el potencial de controlar los arbustos (anulando todos los

meristemas de la planta), de acuerdo a la combinación de los factores mencionados pueden generarse diversas estructuras del canopy. Con una dosis deficiente o un ingrediente activo que no sea lo suficientemente apropiado para la especie a controlar, es posible anular las yemas de la parte aérea del arbusto, pero sin éxito en la eliminación de los individuos o en su reducción de volumen. De igual manera, si la aplicación no es efectiva (ej.: no se aplica a todo el follaje), sólo se anulan las yemas de las ramas que han recibido el herbicida. Para reducir la densidad de arbustos es necesario:

- utilizar el ingrediente activo y dosis apropiados para la especie que se busca controlar;
- los individuos deben presentar buena foliosidad, encontrarse en activo crecimiento y que el flujo de savia se dirija hacia la base de la planta, estas condiciones ocurren en el período húmedo;
- que el tamaño de gota se encuentre entre 350 y 450 μm , que el volumen de aplicación sea acorde a la densidad del canopy, y que la altura del estrato a controlar se encuentre al menos 70 cm por debajo de la altura de pulverización.

Figura 2. Esquema que representa la dinámica de la cobertura de arbustos y la productividad de herbáceas posterior a un tratamiento de manejo de leñosas a lo largo de tiempo. Extraído de Archer et al. 2017).



Recomendaciones para rolado de arbustivas

Las siguientes recomendaciones se sugieren para el diseño de tratamientos de rolado orientados a mejorar la oferta forrajera y accesibilidad, en compatibilidad con el sostenimiento de la mayoría de los servicios ecosistémicos de los bosques del Chaco seco. Recomendamos leer en detalle lo expuesto en el Manual de Rolado Selectivo de Baja Intensidad (Kunst et al, 2008) y en la Guía de Prácticas Recomendables para Sistemas Silvopastoriles en Santiago del Estero (Kunst et al, 2015).

Intensidad: aplicar tratamientos de control enfocados en los arbustos que más reducen la transitabilidad, evitando todos los árboles posibles. Utilizar maquinaria chica (menor a 3m totales de ancho, incluyendo pala, bujes de rolo, etc), maniobrable, personal capacitado en el objetivo del tratamiento y acompañado con monitoreos frecuentes. Dejar tras cada intervención un mínimo de 30% de la superficie del lote cubierta por arbustivas en pie.

Severidad: el lastre y peso del rolo deben ser tales que permitan un adecuado corte sobre la vegetación tratada y una leve remoción del suelo. Cuando los rolos son muy livianos y el arbustal denso, se produce una “poda leve”, que estimula un vigoroso rebrote arbustivo, y no se remueve adecuadamente el suelo, fundamental para la germinación de pasturas.

Frecuencia: La frecuencia de perturbación puede poner el riesgo la regeneración de especies leñosas arbóreas valiosas, y así afectar la dinámica del bosque. La frecuencia de re-rolado o desarbustado es un componente clave del diseño MBGI, y debería estar en función de la tasa de crecimiento de los individuos arbóreos jóvenes. Además, tiene un impacto directo en el costo por hectárea de la práctica. Para el Chaco seco, se recomienda que esta frecuencia sea igual o mayor a los 5 años.

Extensión: se propone que la extensión anual máxima del rolado en una unidad de manejo sea la fracción necesaria para cubrirla completamente en la frecuencia de rolado determinada. Ej, para una unidad de manejo de 600ha, si la frecuencia de rolado se definió en 6 años, la extensión máxima recomendada sería de 100ha anuales. Esta restricción de la extensión permite ir perfeccionando la práctica y aprendiendo de la experiencia anterior, se reducen los riesgos de la inversión por la estacionalidad de las lluvias, y se distribuye mejor el volumen de leñosas roladas a extraer. Si se rola toda la unidad de manejo en un solo año, estas ventajas se pierden.

Caso especial: rolados de muy baja intensidad

Cuando la capacidad de inversión en rolado es baja en relación a la superficie disponible, se puede reducir la intensidad el tratamiento, dejando fajas sin rolar entre dos pasadas contiguas de rolado. Este tratamiento tiene la ventaja de facilitar el acceso de los animales a mayor superficie del potrero, que si se aplicara la misma inversión en un rolado continuo. Las líneas de rolado pueden conectar áreas con forraje disponible antes inaccesibles, aumentando la oferta forrajera.

Una limitante para la aplicación de este tratamiento “diluído”, es que a partir de los 10 a 15 metros de ancho de fajas sin rolar, al tractorista se le hace muy difícil ubicarse en el monte, porque a esa distancia, el arbustal no le permite ver la pasada anterior. Lo mismo ocurre cuando el rolo se usa para abrir picadas para alambrados o futuros caminos: cuando se avanza sobre monte cerrado es difícil sostener un rumbo medianamente recto.

Para resolver esta limitante, es posible guiar la actividad de rolado a través de la navegación satelital asistida por GPS. Navall y López (2021), describen diferentes alternativas de receptores GPS para asistir esta tarea de rolado de baja intensidad, brindando recomendaciones prácticas para tractoristas.

Manejo de pasturas

El MBGI contempla el uso de dos tipos de recursos forrajeros distintos, los espontáneos y los implantados. Ambos deberán integrarse de forma complementaria dentro de la cadena forrajera, para potenciar la producción y el aprovechamiento sustentable del forraje a nivel predial, contribuyendo a la vez a las metas de conservación del MBGI.

Recursos forrajeros implantados

La implantación de forrajeras exóticas está contemplada en los planes MBGI tanto en los rolados selectivos como en lo que se denomina “banco forrajero”. El rolado selectivo permite al mismo tiempo la implantación de algunas especies de forrajeras megatérmicas. El banco forrajero es un área dentro del predio destinada exclusivamente a la producción de forraje, que no podrá ocupar más del 10% de la superficie del predio. La implantación, únicamente dentro de estas áreas, podrá realizarse bajo cualquier método, e incluso junto con intervenciones de manejo de la cobertura arbustiva.

¿Dónde implantar?

El banco forrajero se instalará prioritariamente en zonas que no presenten bosque, que ya hayan sido intervenidas y/o estén sujetas a procesos degenerativos, para reducir así las intervenciones sobre zonas de bosque y para aprovechar la implantación para recuperar ambientes degradados. Dado el potencial invasivo que presentan algunas de las forrajeras megatérmicas más difundidas, la ubicación de los lotes a implantar dentro de la cuenca y en relación a la ubicación de las zonas

prioritarias de conservación debería ser también tenido en cuenta. La concentración de animales para aprovechar la producción forrajera de estas especies implica la necesidad de que se tengan en cuenta también aspectos como la disponibilidad de agua de bebida, sombra, la reducción de las distancias de desplazamiento, etc.

¿Qué especies?

Las especies forrajeras más difundidas actualmente en la región chaqueña son (Pérez 2005):

- Cenchrus ciliaris: Es una gramínea perenne, de alta tolerancia a la sequía y al sobrepastoreo. Presenta un sistema radicular profundo y ramificado, y una corona formada por tallos engrosados donde se acumulan hidratos de carbono que le confieren resistencia a la sequía, al fuego y le permiten florecer rápidamente con el inicio de las lluvias. Es de crecimiento estival y poco tolerante al frío. Crece en suelos de mediana fertilidad con precipitaciones que oscilan entre 350 y 750 mm. Es sensible al encharcamiento y tiene moderada tolerancia a la salinidad. Su resistencia a la sequía confiere seguridad en la producción de forraje en años o períodos más secos dentro de un año. Existen cultivares “altos” adaptados a suelos pesados y mayor precipitación (Biloela, Molopo, etc) e “intermedios” de mejor adaptación a zonas más secas, como el muy difundido Texas 4464.
- Panicum coloratum: Gramínea perenne, de crecimiento erecto. De 0,70 a 1 m de altura, presenta hojas color verde azulado con nervadura central color blanco bien marcada. Se destaca por su tolerancia al frío y a las heladas. Esta característica le brinda una mejor calidad como diferido que otras megatérmicas y un rebrote temprano.
- Chloris gayana: Gramínea estolonífera, que cubre rápidamente la superficie del suelo, arraigándose en los entrenudos. Los tallos erguidos pueden llegar hasta una altura de 1,5 m dependiendo del tipo de ploidía. Posee raíces robustas y profundas, las que le confieren un apreciable grado de resistencia a la sequía. Es moderadamente resistente a heladas. Soporta suelos salinos. No tolera el encharcamiento. Los cultivares se clasifican según su nivel de ploidía en diploides, en general más resistentes a la salinidad y al frío, y tetreaploides, de mejor calidad, pero menos resistentes a frío y sales.
- Megathyrsus maximus: Gramínea perenne de crecimiento erecto. Presenta, en verde, mayor calidad que otras megatérmicas, es medianamente tolerante a la sequía y al frío, y de alta tolerancia al pastoreo. Exigente en fertilidad de suelo y de alto potencial de producción de forraje, es altamente tolerante a

condiciones de baja luminosidad por lo que se utiliza en sistemas silvopastoriles. Existen una gran cantidad de cultivares que se pueden clasificar según sus requerimientos hídricos que van desde 700 a 1200 mm/año. Tiene un alto potencial de producción de forraje de muy buena calidad en estado vegetativo. Su ciclo de crecimiento es muy explosivo en el verano, lo cual exige su correcto manejo para aprovechar su potencialidad y su calidad.

¿Con que criterios definir especies?

La elección de la especie a implantar dependerá de varios factores, entre ellos el tipo de intervención, que en los rolados selectivos restringe las posibilidades a las especies adaptadas a la siembra con rolo (*Cenchrus ciliaris* y *Megathyrsus maximus*). En cambio, en el banco forrajero no existe limitante para el tipo de intervención, pudiendo implantarse también especies como *Panicum coloratum* y *Chloris gayana* que precisan de una cama de siembra bien preparada.

Los criterios para definir las especies a implantar en el banco forrajero (o para elegir entre las especies a implantar en rolados) se podrían dividir en dos grandes grupos. En primera instancia, aquellos que hacen a las condiciones ambientales (edáficas, climáticas, etc) que restringirán la elección a aquellas especies capaces de tolerarlas. En caso de que las condiciones ambientales no sean restrictivas se pueden tener en cuenta las condiciones forrajeras de cada especie en relación al aprovechamiento que se le dará dentro de la cadena forrajera del predio.

Así, las especies descritas podrían clasificarse teniendo en cuenta la principal característica de adaptación que presentan:

Estrés hídrico (por defecto): *Cenchrus ciliaris*

Estrés térmico (por defecto): *Panicum coloratum*

Estrés salino: *Chloris gayana*

Estrés lumínico (por defecto): *Megathyrsus maximus*

A su vez, las mismas podrían clasificarse según sus condiciones forrajeras, lo que permitirá definir las especies que más se adapten a los requerimientos de la cadena forrajera del predio.

Mejor calidad en estado vegetativo: *Megathyrsus maximus*

Mejor calidad en diferido: *Panicum coloratum*, *Chloris gayana*

Producción de forraje en primavera temprana: *Cenchrus ciliaris*

Más de una especie podría implantarse según las necesidades puntuales dentro de la cadena forrajera propuesta.

¿Cómo gestionar especies forrajeras invasoras?

Dos de las especies descritas, *Megathyrus maximus* y *Cenchrus ciliaris* se han convertido en una problemática a escala global por su capacidad invasiva (Marshall et al., 2012, Rhodes et al., 2021). Deberían considerarse tanto la ubicación de los lotes a implantar dentro de la cuenca, para evitar el traslado por agua de semillas, como el manejo del ganado a la salida de esos lotes, para disminuir la zoocoria. Esto se puede hacer destinando lotes que no sean prioridad de conservación, donde los animales pasen un tiempo suficiente para que se desprendan de los propágulos que podrían traer, previo al pastoreo de lotes con mayor valor de conservación.

¿Cómo calcular los requerimientos de superficie implantadas?

El cálculo de las superficies a implantar se puede realizar teniendo en cuenta los días de utilización planeados, la cantidad de Unidades Ganaderas (UG), el consumo de materia seca de una UG, la productividad de MS/ha de cada especie y su eficiencia de uso. De forma inversa, a partir de las superficies implantadas disponibles se puede estimar la capacidad de carga con los mismos datos.

Se define como Unidad Ganadera (UG) a una vaca de 380 Kg que gesta, cría y desteta un ternero. Existen tablas para llevar los requerimientos de todas las categorías bovinas e incluso de otras especies a Unidades Ganaderas. Una UG representa un consumo de materia seca, haciendo un promedio anual, ya que varía a lo largo del año con el estado fenológico de la pastura, y puede aproximarse en 11 KgMS/día. La productividad y la eficiencia de uso de las especies megatérmicas (que deberá estimarse luego para las condiciones particulares del predio) según bibliografía sería en el norte de Córdoba (De Leon 2003, Hector Perez com. Pers.):

Cenchrus ciliaris 3600 KgMS/ha y 50%

Panicum coloratum 4500 KgMS/ha y 60%

Chloris gayana 4500 KgMS/ha y 65%

Megathyrus maximus 6500 KgMS/ha y 74%

Criterios de manejo del pastoreo

Los lotes implantados, especialmente los del banco forrajero, deberían aprovecharse con sistemas de pastoreo rotativo que permitan confinar los animales en parcelas logrando pulsos de pastoreo con altas cargas instantáneas intercalados por periodos de descanso.

Especies como *Megathyrus maximus*, de alta calidad en verde y con una producción estival explosiva deberán aprovecharse de esta forma para evitar que

encañen y pierdan calidad. Cargas instantáneas de 7 EV/ha son utilizadas en el CEA Deán Funes para el aprovechamiento de este recurso en rolados selectivos.

Además, las altas cargas instantáneas durante la parición facilitan el control de los nacimientos y durante el servicio el trabajo de los toros.

Las especies que se reservarán como diferidos deberán aprovecharse al inicio de la temporada estival, pero a partir de mediados del verano se excluirán del pastoreo para acumular forraje a diferir. De esta forma el forraje diferido será menor en cantidad, pero de mejor calidad (mayor relación hoja/tallo) que el que se acumularía si se excluyera del pastoreo toda la temporada estival (encañado). Para mejorar aún más la calidad de la dieta en estos diferidos se puede implementar pastoreo “cabeza-cola”, donde una parcela es aprovechada en una primera instancia por una categoría que tiene mayores requerimientos de calidad (cabeza, ej: vaquillonas), pudiendo seleccionar una dieta de mejor calidad que el promedio del diferido, y repasada luego con otra categoría (cola, ej: vacas) de menores requerimientos de calidad para consumir el remanente.

Bajo pastoreo rotativo, con descansos adecuados, el consumo de estas especies forrajeras puede realizarse hasta la altura de un puño, permitiendo con el tiempo y los pulsos de pastoreo/descanso llevar la típica estructura de matas de estas especies a una estructura de plantas más cespitosa, con mayor cobertura de suelo.

Recursos forrajeros espontáneos

Los grandes herbívoros tienen la capacidad de generar grandes impactos sobre los recursos que utilizan y pueden expresar toda su capacidad de selección a diferentes escalas. A escala de paisaje, en grandes potreros heterogéneos la preferencia de los bovinos podría llevar a situaciones contrastantes en distintos ambientes. Para evitar que la heterogeneidad en la distribución del pastoreo lleve a procesos de sub y sobrepastoreo en el mismo potrero, estos deberían rediseñarse (en la medida de lo posible) para presentar la vegetación lo más homogénea posible. Este trabajo se puede realizar sobre la base de las descripciones de los ambientes del predio de los estudios de línea de base de MBGI.

Sin embargo, la escala de paisaje no es la única en la que los bovinos expresan su capacidad de selección. La preferencia por ciertas especies o parches de vegetación puede llevar a un sobreuso de las mismas. Para evitar esto, los planes de pastoreo deberán contemplar rotaciones que permitan periodos de descanso (en el orden de los 40 días a 2 meses), en los que las especies preferidas recuperen reservas y puedan cumplir su ciclo fenológico asegurando su supervivencia y

reproducción. El uso de sistemas rotativos, adaptados a la realidad de cada establecimiento, con altas cargas instantáneas en breves pulsos de pastoreo, contribuyen también a disminuir la selección a esta escala y a generar un nivel de disturbio que permite la resiembra natural de las especies espontáneas.

Para mantener la diversidad de especies herbáceas, los periodos de descanso de cada potrero no deberían coincidir siempre en la misma época del año, permitiendo que tanto especies C4 como C3 puedan cumplir su ciclo fenológico. Sin embargo, dado que la producción de forraje en la región chaqueña se concentra en la temporada estival, sustentándose principalmente en especies C4, y que estas compiten por recursos con el estrato arbustivo, los descansos estivales cumplen un doble rol: asegurar la acumulación de reservas y la reproducción de las principales especies forrajeras, y además permitirle al estrato herbáceo competir en igualdad de condiciones con el estrato arbustivo. En este sentido, el uso estratégico del banco forrajero, aprovechando la calidad y la productividad estival de las forrajeras megatérmicas para permitir descansos estivales de los recursos forrajeros espontáneos, es un claro ejemplo de la sinergia que se puede generar entre estos dos tipos de recursos forrajeros al diseñar una cadena forrajera.

La eficiencia de utilización de recursos espontáneos se estima en un 50%.

Estimación de disponibilidad de forraje

Para estimar la disponibilidad de forraje, tanto en recursos implantados como espontáneos, proponemos la metodología de doble muestreo (Haydock y Shaw 1975), ya que permite mejorar la precisión de las estimaciones (comparada con estimaciones visuales), pero con el menor esfuerzo de muestreo posible.

Procedimiento:

En primera instancia se deben identificar y cuantificar en superficie, los distintos ambientes (estados o fases – ver módulo 2) de un potrero.

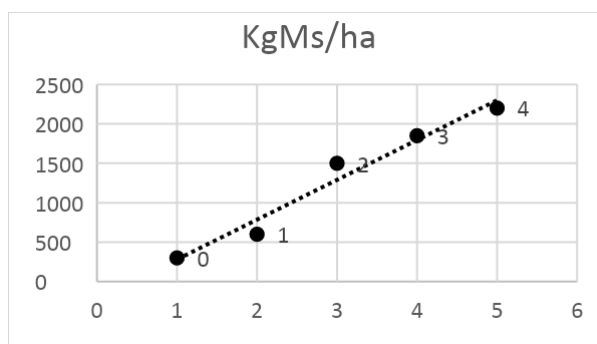
En cada ambiente, con la ayuda de un marco de $\frac{1}{4}$ de m^2 se identificarán visualmente los sitios de mayor (N°5) y menor disponibilidad de forraje (N°1), un sitio de condición intermedia (N°3), y dos sitios que se ubiquen entre éste y los sitios de mayor (N°4) y menor (N°2) disponibilidad. Se identificarán así 5 condiciones de disponibilidad de forraje que se denominarán de menor a mayor de 1 a 5. El/la operador/a deberá familiarizarse con la disponibilidad de forraje en esos sitios, que quedarán identificados físicamente en el potrero, para volver a observarlos en caso de dudas.

Se procederá luego a tomar dentro del mismo ambiente y al azar, entre 80 y 100 muestras visuales con el marco de $\frac{1}{4}$ de m^2 , asignándoles un valor de apreciación visual según la comparación con los 5 sitios de referencia.

Una vez finalizadas las muestras visuales se procederá a cortar el forraje en $\frac{1}{4} m^2$ de los 5 sitios de referencia. Este será secado y pesado para obtener Materia Seca por hectárea de cada condición de referencia. Con estos 5 valores se generará una regresión lineal simple.

Ej: $KgMS/ha = 505 \times -225$

Sitio de referencia	KgMs/ha
1	300
2	600
3	1500
4	1850
5	2200



Multiplicando el número de muestras visuales de cada valor de referencia por el valor de referencia asignado (1 a 5) y dividiendo todo por el número de observaciones totales, se obtendrá un valor promedio para las observaciones visuales, entre 1 y 5, por ejemplo 3,2.

Este valor, incorporado a la fórmula obtenida de la regresión lineal simple, permitirá obtener el resultado de disponibilidad de materia seca por hectárea para ese ambiente. Sería para el ejemplo: $505 \times 3.2 - 225 = 1391 \text{ KgMs/ha}$.

Recomendaciones para manejo de pasturas

Se recomienda que, a partir de los conceptos y herramientas desarrolladas en este apartado, los tratamientos de pastoreo se definan en función de las variables que caracterizan los disturbios, en la tabla de definición de tratamientos.

Intensidad: está determinada particularmente por la carga ganadera. Si se realizan pastoreos separados por categorías, deberán definirse como tratamientos aparte.

Severidad: está determinada por el remanente de la pastura después del tratamiento. También puede estimarse por la evaluación sobre la diversidad de pasturas, y el efecto del ramoneo sobre leñosas.

Frecuencia: período entre un pastoreo y el siguiente en el mismo potrero o parcela.

Extensión: la superficie del potrero o parcela pastoreada por vez.

A los efectos del plan MBGI, esta planificación puede aplicarse con un nivel de detalle general para la escala predial, y ajustarse con planes anuales de mayor detalle, en particular si se aplican pastoreos rotativos de alta carga, que implican un gran número de parcelas.

Como se mencionó anteriormente, si se decide seguir las recomendaciones de hacer esquemas de pastoreo adecuados a los requerimientos por categoría, calidad y oferta forrajera y momentos del año, se sugiere visibilizar claramente las diferencias registrando cada combinación de pastoreo como un tratamiento independiente en la tabla correspondiente (página 7).

Manejo forestal

Variables de interés para la planificación del manejo

Área basal

El área basal es el equivalente a la carga ganadera en el manejo forestal. Es una medida para expresar la “carga” forestal, y consiste en la suma de las secciones transversales de todos los árboles de una hectárea, medida a 1,3m de altura del suelo (denominado dap: diámetro a la altura del pecho). Tiene la ventaja de considerar a cada árbol de manera proporcional a su tamaño (tal como lo hace una tabla de equivalencias ganaderas), como estimador del uso de recursos, y no solamente por su cantidad. Se expresa en m^2 por hectárea, discriminado por especies y en total. Cabe destacar que esta variable no es completamente equitativa con el tamaño del árbol, pues para el caso de árboles grandes sobreestima la cantidad de recursos utilizados pues incluye en su cálculo el área de duramen, donde no hay más tejido activo. Algunos investigadores prefieren utilizar el “área de albura” para corregir esta diferencia entre árboles grandes y chicos.

Estructura forestal

La estructura forestal es una descripción de la composición de las poblaciones forestales que constituyen el bosque, por clases de tamaño, tal como se describe un rodeo por la cantidad de animales por categoría. Para describir la estructura del bosque, se elige un diámetro mínimo de medición (suele ser 5 o 10 cm de dap), y una amplitud de clase (se recomienda que sea de 5cm). Los datos del inventario forestal permiten construir estos diagramas, y su comparación con bosques de referencia permite evaluar las clases sub- y sobre- representadas, para hacer interpretaciones de manejo. En bosques del Chaco semiárido, es común observar

un tipo de distribución de estructura de “J invertida”: altas densidades en las clases más chicas, que disminuye abruptamente hasta los 10 a 15cm de dap, y luego continúa con un descenso moderado a medida que aumenta el tamaño de los árboles.

Desafíos del manejo forestal en silvopastoriles

La integración silvopastoril en bosques del Parque Chaqueño plantea una serie de desafíos para la planificación silvicultural, entre los cuales cabe destacar los siguientes:

1. La verificación de la posibilidad de aprovechamiento forestal en un rodal o potrero
2. El cálculo de la posibilidad real del bosque
3. La selección de árboles a cortar y el control de cosecha
4. La convivencia con los desarbustados necesarios para ganadería

Se desarrollan a continuación algunas propuestas específicas para atender cada uno de estos desafíos, surgidas en su mayoría por la experiencia desarrollada por el INTA EEA Santiago del Estero.

Determinación del stock relativo y factibilidad de corta

Para la verificación de la factibilidad de cortas de aprovechamiento, la legislación suele utilizar mecanismos demasiado simplificadores, como por ejemplo la tasa de cosecha. La tasa de cosecha se considera un método de control válido cuando el bosque tiene un determinado stock, suficiente como para que la aplicación de la tasa máxima autorizada le permita sostener sus funciones vitales. Sin embargo, la misma tasa “legal”, aplicada a un bosque degradado o en recuperación, puede afectar significativamente su estructura y funcionamiento.

Como método más completo para determinar la factibilidad, se recomienda utilizar el Diagrama de Gingrich. Esta es una herramienta diseñada para la caracterización y manejo de la densidad en bosques irregulares, y fue propuesto por su autor en 1967 (Gingrich, 1967). En base a una guía de construcción de este diagrama (Day, 1997), y a partir de los datos de 169 parcelas de muestreo del inventario forestal de los departamentos Copo y Alberdi realizado en los años 2016/17 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, se construyó un Diagrama de Gingrich para el área de la “Cuenca Foresto Industrial Monte Quemado”, ubicada en

los departamentos Copo y Alberdi, al norte de la Provincia de Santiago del Estero. Se graficó la relación entre los logaritmos de la densidad y el diámetro cuadrático medio de las 169 parcelas, (considerando sólo diámetros mayores a 10cm) y se determinó la ecuación correspondiente a los valores superiores, con la misma pendiente del ajuste (figura 3).

Esta línea representa la máxima densidad observada del bosque, o la línea de auto-raleo. Se observa que la pendiente, es cercana a la denominada “regla de los $-3/2$ ”, de amplio estudio y uso en ecología de poblaciones. Esta metodología de cálculo permite encontrar un valor del “estado de referencia” citado en el módulo anterior, para poder contrastar contra éste la posibilidad de cosecha del bosque, para evitar su degradación.

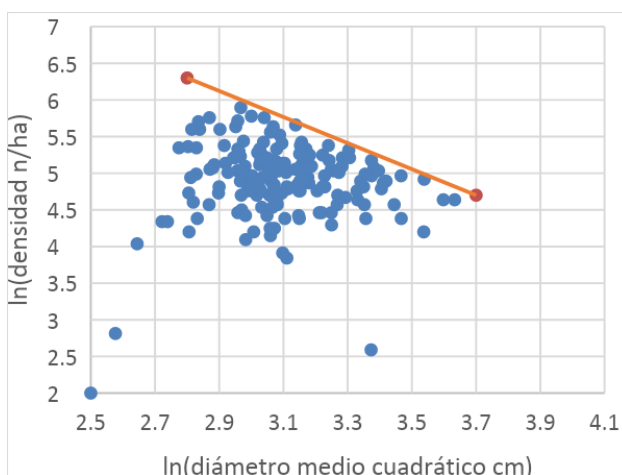


Figura 3: Relación máxima encontrada entre el logaritmo del diámetro cuadrático medio (cm) y el logaritmo de la densidad (n/ha) para 169 parcelas de bosque nativo de los departamentos Copo y Alberdi.

Aplicando antilogaritmos a la ecuación de máxima densidad encontrada, se determinó la fórmula de máxima densidad en función del diámetro cuadrático medio, dada por:

$$n = e^{11,278} * D_q^{-1,7778}$$

A partir de esta fórmula, se calcularon para un rango de diámetros cuadráticos medios entre 10 y 45cm, la máxima densidad esperada en número de árboles, y a partir de ésta y el diámetro cuadrático del rango, se calculó el stock máximo esperado (Smax), y los correspondientes al 80, 60 y 40% del mismo (S80%, S60%, S40% respectivamente). Estos valores, junto las isolíneas de los diámetros cuadráticos medios entre 14 y 41cm de dap, con una amplitud de 3cm, se graficaron para los ejes área basal / densidad. El resultado es el Diagrama de Gingrich para la Cuenca Foresto Industrial de Monte Quemado (Figura 4).

El siguiente gráfico puede utilizarse para una mejor caracterización relativa del stock en parcelas respecto al máximo posible o **estado de referencia** para una región, de una forma más completa que con sólo el número de individuos o el área basal. La pendiente de la línea de máximo stock representa la línea de auto-raleo, es decir el nivel de stock en el cual se alcanza el uso completo de los recursos

disponibles (growing stock en el sentido dado por Oliver y Larson, 1996). Puede observarse que la relación de ésta con el área basal no es lineal, lo cual muestra que el área basal no sería un buen indicador del grado de uso de los recursos (tal como se mencionó al citar el “área de albura” anteriormente), y por ende del stock relativo.

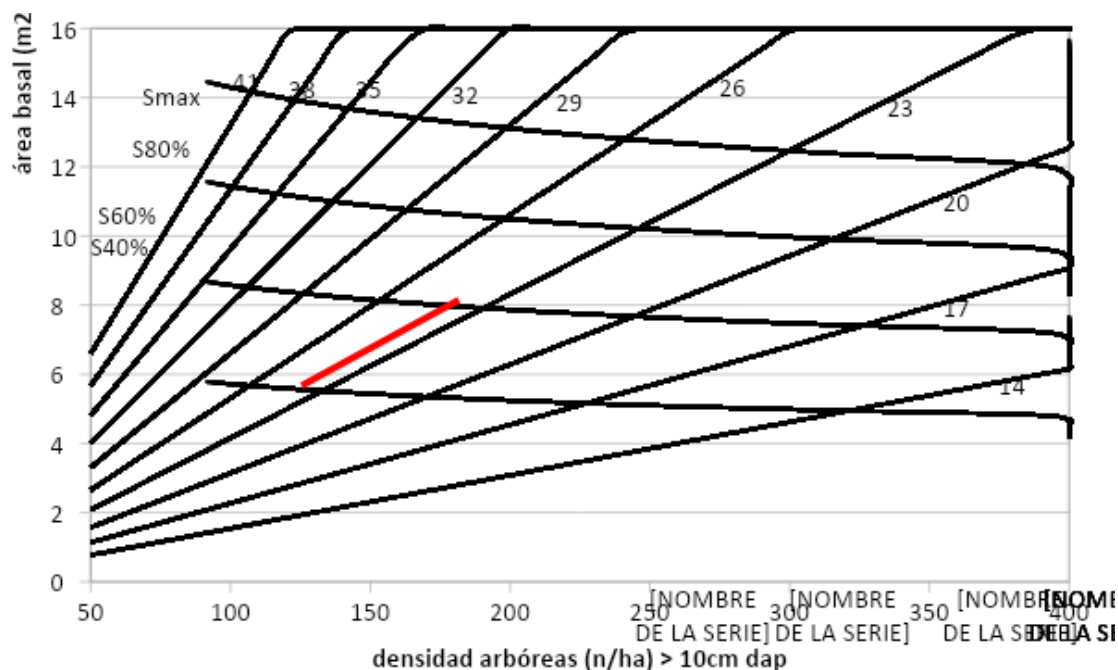


Figura 4: Isolíneas de diámetro cuadrático medio e isolíneas de densidad equivalente: máximo stock encontrado en las parcelas disponibles (Smax), y stocks del 80, 60% y 40% de Smax. La línea roja muestra la trayectoria sobre el gráfico ocasionada por una corta del 30% del área basal, sobre un bosque de 8,3 m²/ha de área basal y 180 árboles/ha mayores a 10cm de dap.

El Diagrama de Gingrich completo, incluye además una línea de stock mínimo, determinada a partir de los valores de densidad a la cual comienza a actuar la competencia entre individuos. Ante la ausencia de este dato, puede asumirse estimativamente que la línea de mínimo stock deseable podría ser la del 40% de stock. La determinación correcta de esta línea y el monitoreo de la respuesta de las parcelas a los tratamientos de corta, permitirá mejorar estas estimaciones. Conocidos los valores de área basal y densidad de una parcela de bosque, el diagrama elaborado puede brindar importante información para el manejo. La principal información es la posibilidad de evaluar el stock relativo del bosque, y analizar la conveniencia o no de practicar una corta forestal. En bosques donde estos diagramas se utilizan habitualmente, se recomienda que las cortas forestales se apliquen sólo cuando la parcela se encuentra por encima del 60% del máximo

stock, y cuidando que el stock post-corta no quede por debajo de la línea del 40% de stock. **Esta pauta es útil para regular la intensidad de las cortas forestales, en integración con su frecuencia.** Agregada a estas condiciones, debiera respetarse también la restricción aplicable por la legislación provincial a la corta forestal, que, por ejemplo, en Santiago del Estero, es del 30%.

Determinación de la posibilidad forestal

El segundo desafío citado para la silvicultura en sistemas silvopastoriles sobre bosques nativos del Parque Chaqueño, es el cálculo práctico de la posibilidad forestal. La conocida comparación del monte como plazo fijo o caja de ahorros, ha servido como un recurso didáctico para socializar conceptos relativos al funcionamiento y aprovechamiento forestal de estos ecosistemas. Este concepto puede aplicarse con algo más de profundidad, para guiar los cálculos para evaluar la oferta sustentable de madera o leña que pueden brindar los montes del Chaco semiárido.

Las particularidades de los bosques del Chaco semiárido le imponen algunas especificaciones a la comparación, que se pueden resumir como la “letra chica” de este “plazo fijo”:

- las tasas de interés son moderadas: datos de crecimiento indican valores promedio de alrededor de un 1,16 a 1,82% de crecimiento anual en área basal (Navall, 2012), que es la variable de existencias más fácil de medir.
- tope de acumulación: a diferencia del dinero en un plazo fijo, los bosques no pueden acumular crecimiento indefinidamente. Según la zona, los valores de stock máximo están entre 8 a 12 m²/ha de área basal para la región estudiada.
- tope en las extracciones: los bosques no pueden aprovecharse por tala rasa (que equivaldría a retirar completamente el plazo fijo). El tope máximo de extracción establecido por ley es del 30% del área basal existente (Brassiolo et al, 2007).
- saldo mínimo no aprovechable: la intensidad de corta a aplicar debería ajustarse en función del estado del monte, relativo al stock máximo de la zona. La tasa máxima de corta del 30% es aplicable sobre un bosque en buen estado, con un stock cercano al máximo posible para la región. Pero si el monte ha tenido intervenciones recientes y está lejos de ese máximo, la intensidad de corta debería reducirse, hasta el extremo **de no recomendarse la corta** en bosques que tengan un stock muy bajo. No existen buenos datos

para determinar este umbral, pero tal como se propuso en el apartado anterior, se sugiere que toda corta sostenga un stock mínimo remanente de al menos el 40% de área basal del stock máximo de referencia en la zona de trabajo.

La pregunta básica que un productor forestal debiera ser capaz de responder, es **cuál es la cosecha máxima que puede extraer de su monte, sin afectar el capital forestal que dispone; es decir, sin degradarlo**. Para responder esto debiéramos calcular, con las particularidades del “plazo fijo forestal”, cuál es la máxima extracción admisible por año que asegure una renta a perpetuidad.

Para realizar este cálculo sobre un plazo fijo, deberíamos definir:

- el monto de capital puesto a crecer
- la tasa de interés anual
- el plazo del depósito en años
- la intensidad de extracción propuesta
- la tasa de cambio (si depositamos en una moneda y extraemos en otra)

Con las unidades adecuadas, una simple multiplicación de estos cinco factores nos daría la respuesta a la pregunta sobre un plazo fijo. Cada una de estas variables tiene su homóloga en el manejo del bosque, a partir de las consideraciones particulares citadas anteriormente. Para evaluarlas se propone un ejemplo práctico: calcular la corta máxima admisible para un productor de leña para carbón, que dispone de 300ha de monte con 8m² de área basal promedio, y que quiere cortar año de por medio. La siguiente tabla muestra la analogía propuesta entre las variables listadas arriba y sus homólogas en el monte y también su aplicación al ejemplo planteado.

Variable en plazo fijo	Aplicación al monte	Ejemplo
a) monto de capital	stock de área basal * superficie del tramo de corta anual	8 m ² /ha * 30 ha (un tramo en un área de manejo de 300ha)
b) tasa de interés	crecimiento relativo anual en área basal	0,015 (1,5% como promedio)
c) plazo depósito	ciclo de cortas / años entre cortas	20 años (ciclo) / 2 años (entre cortas)

d) intensidad de extracción	factor de ajuste de la tasa de extracción máxima permitida en función del stock existente y el valor de referencia regional, variable entre 0 (no se corta) y 1 (se corta el máximo permitido)	1 (100% de la intensidad máxima permitida, por el buen estado del monte)
e) tasa de cambio	metros estéreo de leña por m ² de área basal	16 me/m ²
$a*b*c*d*e$ = Monto máximo de extracción anual a perpetuidad	Máxima cosecha anual sustentable	576 me/año (1152 me cada dos años)

Tabla 1: Variables para calcular la extracción máxima del bosque nativo

El ejercicio planteado puede ser útil para el diálogo entre técnicos y productores, pues permite acercar varios conceptos de la planificación forestal a partir de una comparación bastante difundida. El balance se completa al contrastar la oferta posible calculada, con la demanda prevista para el nivel de producción deseado, y así permite tomar las medidas necesarias para abastecer la demanda sin degradar el recurso disponible.

Selección de árboles de corta y cosecha

El tercer desafío planteado se refiere a la selección de árboles de corta y cosecha, con los cuales componer la tasa de corta calculada anteriormente. La planificación de la estructura deseada de un bosque irregular después de una corta, se basa en la definición de tres parámetros básicos: el área basal residual (B), el diámetro del árbol remanente más grande (D), y la distribución diamétrica del arbolado remanente, definida por un factor que mide la razón entre la densidad en una clase diamétrica y la inmediata superior (q); de ahí que este método de planificación se reconozca como “BDq” (Marquis, 1978; O'Hara & Gersonde, 2004). Comparando la distribución diamétrica real (determinada por un inventario) y la planificada, los desvíos positivos indican el número de árboles que habría que cortar en cada clase particular (Hawley & Smith, 1972).

Luego de realizar esta planificación, es necesario trasladar las prescripciones de manejo a reglas de campo para la selección de los árboles a cortar o a dejar en el rodal. Este es un paso crítico en el manejo de bosques irregulares como los de la región chaqueña, y se considera que la efectividad de una herramienta de control de cortas permisibles está dada por el grado de coincidencia entre la marcación y lo previsto en la prescripción correspondiente (O'Hara & Gersonde, 2004). Para cortas planificadas según el método BDq, por ejemplo, una forma de aplicar las prescripciones es a partir de la definición de “proporciones de corta” por clases diamétricas, calculadas como el cociente entre los árboles a cortar respecto del total existente en la respectiva clase diamétrica (Miller & Smith, 1993). En la experiencia práctica en el Parque Chaqueño, este traslado ha demostrado ser muy dificultoso y de escaso valor práctico. Si bien se pueden calcular las “proporciones de corta” de cada clase diamétrica, es importante considerar que toda la base de cálculo proviene de inventarios que típicamente tienen un error de muestreo del 20% en área basal. Al calcular el intervalo de confianza para la proporción de corta, es común encontrar que el error de estimación supera el 80% en algunas clases, con lo que la prescripción se vuelve muy imprecisa y de poca utilidad.

Además de esta imprecisión del método, el sistema de selección de cortas por esta planificación ha tenido poca aplicación en terreno debido a que la selección de los árboles a cortar es una actividad costosa y demanda mucho tiempo. Debido a esta causa, la aplicación se ha simplificado por el uso del diámetro mínimo de corta. Este método simplemente elige los individuos que superan un determinado diámetro preestablecido. Desafortunadamente esta práctica no permite un buen control de la intensidad de corta, ni implica mejoras en la calidad del arbolado remanente (Miller & Smith, 1993).

En la aplicación práctica del método de marcación a partir del análisis BDq propuesto por Hawley & Smith (1972) en el Parque Chaqueño, demostró además el inconveniente de que los cálculos para construir las prescripciones se realizan a partir de una única variable: el diámetro; sin tomar en cuenta otras variables del árbol (altura, volumen de copa, área foliar, estado sanitario) y de su entorno de vecindad, que definen su potencial dentro del rodal (Nienaber, 2003; Oliver & Larson, 1996). Monitorear todas estas variables en terreno para luego cargar en gabinete y realizar las prescripciones ampliaría los costos de la actividad y la haría aún menos viable.

Cualquiera sea el método de cálculo y aplicación de prescripciones, las actividades se realizan tradicionalmente en etapas separadas en el bosque y en gabinete. En el

bosque se tiene la ventaja de poder analizar simultáneamente las diversas variables que influyen en la decisión de corta según el criterio predefinido, pero no se pueden registrar todas (por costos), ni se tiene posibilidad de vincular una decisión puntual basada en el mejor criterio del/la silvicultor/a a todas las decisiones tomadas anteriormente, como para llevar registro que permita evaluar si la intensidad de corta se está cumpliendo a nivel del rodal o no. Una aplicación móvil podría ser una alternativa para reunir ambas potencialidades en terreno, ya que permitiría registrar y calcular con un dispositivo portátil, en el preciso momento en que se toma la decisión de corta.

Basados en este concepto, se desarrolló un método específico de marcación, que se basa en el mejor criterio del/la silvicultor/a dentro del monte, y que asiste el control de la intensidad de corta aplicada por la acumulación de sus decisiones anteriores. Para aplicarlo, se subdividió un tramo de corta de 100ha mediante calles de extracción en “parcelas” de alrededor de 150 m de ancho, y éstas se subdividieron mediante rutas de GPS en “transectas” de 30 x 150 m. Se recorrió cada una de las transectas entre dos operarios, guiados por un GPS, que censaron todos los individuos mayores a 10 cm de dap, y los clasificaron por especie, clase diamétrica (de 5 cm de amplitud, entre 10 y 70 cm de dap), y destino (queda o se corta) según lo que sugería el mejor criterio a terreno, observando todas las características del árbol y su “vecindad”. Para controlar la intensidad de corta total y por especies, se desarrolló una planilla de cálculo para un dispositivo móvil (tablet), que al ir ingresando el número de árboles por transecta, especie, clase y destino, permitía calcular en cualquier momento la proporción de área basal que sumaban los árboles elegidos para cortar. Este procedimiento dio origen a una app para dispositivos móviles Android, llamada SilvoINTA (Navall et al, 2013b).

De esta experiencia se generaron dos resultados principales: los referidos a la aplicación de la herramienta de marcación SilvoINTA, y los relacionados a la aplicación del método de control de cortas por área basal, accesibles desde la página de la app en Google Play.

SilvoINTA es principalmente una base de datos, que permite además realizar cálculos útiles para controlar la intensidad de cortas, y mostrar los resultados para orientar futuras decisiones. La aplicación es gratuita, y puede instalarse accediendo a Google Play desde el dispositivo móvil. La aplicación no necesita de conectividad para la carga de datos, ni para realizar los cálculos y mostrar resultados. Solamente necesita conectividad para subir los datos a la cuenta de Google Drive del usuario.

Los datos son privados del usuario y la aplicación no difunde ni comparte los datos registrados.

El procedimiento diseñado permitió realizar simultáneamente un censo de cada transecta, aplicar los criterios de corta, controlar la intensidad de corta mediante el área basal remanente y marcar los árboles a extraer. De esta manera, se pudo concentrar toda la actividad en una única recorrida del rodal, ahorrando tiempo y dinero, **registrando información muy valiosa** y muy superior a la de un muestreo, sin que sea necesario revisitar áreas ya marcadas para corroborar o ajustar. En la experiencia realizada, el equipo entrenado pudo realizar un promedio de 5 ha por jornada de trabajo. No se encontraron referencias en bosques similares que permitan comparar estos resultados, sin embargo, se considera un rendimiento adecuado por ser unas 10 veces superior al ritmo de avance de una cuadrilla de corta, compuesta por un motosierrista y dos ayudantes.

Con respecto a los resultados de la corta sobre la distribución diamétrica, se construyeron en primera instancia los **criterios de corta**. El objetivo de la corta fue el de seleccionar “árboles de futuro” y librarlos de competencia mediante la corta de los competidores más directos hasta alcanzar un 30% de área basal cortada, con un diámetro meta de corta de 40cm de dap (Brassiolo et al, 2007). El principio de la corta es “pensar en lo que queda” (en el sentido de preocuparse por dejar un rodal de buena calidad), en lugar de hacerlo “en lo que sale” (en sentido de la producción).

Criterios utilizados para clasificar a un árbol como “árbol de futuro” para el Parque Chaqueño seco

1. Quebrachos colorado y blanco con dap menor a 40cm (destino madera): rectos, fuste libre de ramas grandes, lo suficientemente alejados de otros árboles de futuro, sanos (incluye hasta regeneración avanzada: árboles > 2m de altura)
2. Algarrobo negro y mistol con dap menor a 40cm (destino frutos y follaje): con copas frondosas y de alta vitalidad, bien iluminadas (dominantes o codominantes), incluye hasta regeneración avanzada: árboles > 2m de altura; por no estar priorizada la producción maderera, para estas especies el mal estado sanitario o la mala forma del fuste no son criterios suficientes para descartarlo como árbol de futuro.
3. Árboles con diámetro mayor a 40cm: si tienen huecos o nidos, o están “solos” en áreas de baja cobertura arbórea.

Todos los demás árboles, se definieron como “competidores” o “indiferentes”. Los árboles competidores y por ello candidatos a corta, son aquellos que a juicio del

observador compiten directamente por recursos con un árbol de futuro. Cada árbol puede ser competidor potencial de todos sus vecinos, pero una regla empírica para determinar esto en el Parque Chaqueño seco es observar particularmente la disposición de las copas, y otro es analizar no sólo la competencia entre las mismas en este momento, sino imaginarse cómo convivirán estos árboles durante los próximos 20 años, que será el período hasta la próxima corta.

También puede encontrarse que dos árboles con características “de futuro” estén en relación de competencia entre sí. En tal caso habrá que decidir cuál de ambos es calificado como de futuro y cuál como competidor, en función de las decisiones anteriores de corta y del área basal acumulada por las mismas.

Los árboles considerados competidores se marcarán para corta (se recomienda utilizar pintura látex al agua color celeste, aplicada con un atomizador manual), siempre que esa decisión sea conducente a lograr un área basal cortada igual al 30% del área basal total para cada especie principal: colorado, blanco, mistol y algarrobo; y también para el total general. Puede ocurrir que luego de este análisis, un árbol se identifique como “competidor” pero que no sea marcado para corta, porque cortarlo excedería los límites de corta admisible.

El siguiente gráfico muestra los resultados de la aplicación de estos criterios sobre el tramo de corta de 99,27 ha antes descripto. Se registraron en total 18036 árboles, cortándose 5581 y quedando como remanentes 12455. El gráfico muestra en barras la cantidad original de árboles por clase diamétrica, y la cantidad remanente después de la corta. En una línea se muestra el cálculo de una línea de referencia realizada mediante el método BDq, con un valor de q de 1,4, un área basal del 70% de la original, y un diámetro máximo de 50cm de dap. Como puede observarse, el efecto del tratamiento controlado por área basal, tuvo un efecto proporcional en la cantidad de árboles cortados por cada clase diamétrica, equivalente al que hubiera tenido una curva de diseño de corta mediante el método BDq.

Con este resultado, queda demostrado que el criterio aplicado, controlado por área basal, tuvo un efecto exactamente igual sobre la distribución diamétrica al que hubiera tenido una corta controlada por densidad. El método tiene un potencial importante para controlar la aplicación de cortas en bosques irregulares como los del Parque Chaqueño Seco.

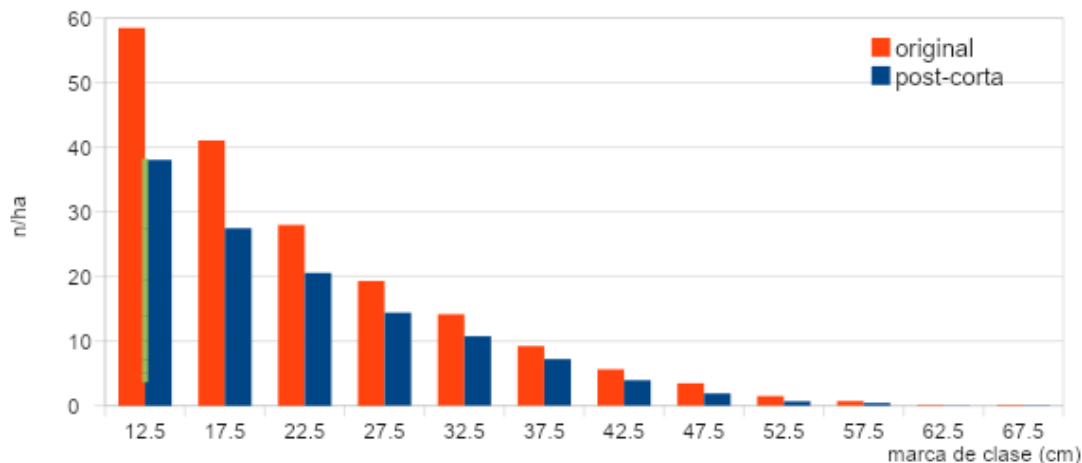


Figura 6: Densidad observada antes de la corta y remanente observado después de la corta controlada con SilvolINTA sobre un lote de 99,27ha (barras). La línea muestra la curva de diseño teórico con el método BDq para $B=70\%$ del área basal antes de la corta, $q=1,4$ y $D=50\text{cm}$.

Convivencia entre desarbustados y manejo forestal

El cuarto desafío planteado para la silvicultura en sistemas silvopastoriles del Parque Chaqueño, es la convivencia con los tratamientos de desarbustado que requiere el manejo ganadero. Desde hace décadas, la actividad forestal y ganadera han coexistido como dos de los principales usos de los bosques de esta ecorregión (Morello et al, 2005). Se han sucedido diversos escenarios, donde una u otra eran las actividades más relevantes, pero más allá de cada escenario específico, queda marcada una notable vocación ganadero-forestal de estos ecosistemas.

El arbustal es un problema para la ganadería, porque disminuye la accesibilidad para los animales, y reduce la entrada de luz para el crecimiento de las pasturas. Para el manejo forestal, el arbustal también puede significar un inconveniente.

Arbustales densos dificultan mucho las actividades de campo asociadas a la medición, toma de decisiones de corta, la corta en sí y la extracción de productos. Todo el desarrollo de la silvicultura europea que se difundió en el Parque Chaqueño, se ha desarrollado en ambientes que no tienen un sotobosque tan denso.

Cualquiera que haya intentado aplicar los conceptos del muestreo angular de Bitterlich en bosques del Chaco semiárido podrá verificarlo.

Un conflicto importante entre el manejo forestal y el manejo arbustivo para ganadería, está dado por el diseño de los tratamientos de desarbustado. Cuando los tratamientos aplican disturbios de alta **intensidad** (eliminando mucha biomasa), alta **severidad** (causan una alta mortalidad o daños en el ecosistema) y poca

selectividad (aplicados indiscriminadamente a diferentes ecosistemas y comunidades), seguidos de intervenciones de alta **frecuencia** (retratamientos cada 2 o 3 años), claramente la compatibilización no es posible, por su efecto sobre la estructura forestal.

Sin embargo, cuando los tratamientos de desarbustado se diseñan preservando la estructura del bosque, y consideran además otras condiciones propias de la región como el déficit hídrico, la variabilidad climática, la pobre estructura de los suelos, el riesgo de salinización y la dominancia de leñosas; es posible encontrar mayor compatibilidad y sinergia entre las actividades. Este es el concepto que orientó el diseño del denominado RBI: Rolado Selectivo de Baja Intensidad. Aplicando esta práctica en bosques, se han logrado incrementos significativos en la accesibilidad y oferta forrajera, afectando solamente el 3% en área basal (Navall, 2008), y se ha demostrado que es factible extender el período entre rolados sucesivos hasta 6-7 años sin disminuciones significativas en la oferta forrajera (Kunst et al, 2016).

En la experiencia se ha demostrado, que los efectos no deseados del rolado se pueden evitar si se capacita al tractorista en las condiciones básicas del manejo forestal, como el concepto de árbol de futuro y distribución diamétrica, **compartiendo pruebas de campo sobre la maquinaria** entre técnicos y maquinistas. Después de rolar juntos 4 o 5 ha, se comprueba que es factible identificar y esquivar árboles mayores a 15cm de diámetro en la primera intervención, y muchos menores en las intervenciones de re-rolado siguientes.

La regeneración forestal merece una mirada detallada en estas interacciones con el manejo ganadero. El grupo de árboles menores a 10cm de dap es la porción más crítica de las poblaciones forestales en integraciones con la ganadería, porque son susceptibles al ramoneo y pisoteo del ganado, y porque al compartir el estrato con los arbustos, son difíciles de identificar al momento de aplicar los rolados. A través del estudio en parcelas permanentes, se determinó que la proporción de árboles dañados es mayor en las clases más chicas. Se determinaron daños superiores al 80% de los árboles menores a 1,3m de altura, cercanos al 50% de los de 0 a 5cm de dap, y algo superior al 40% en los árboles de 5 a 10cm de dap.

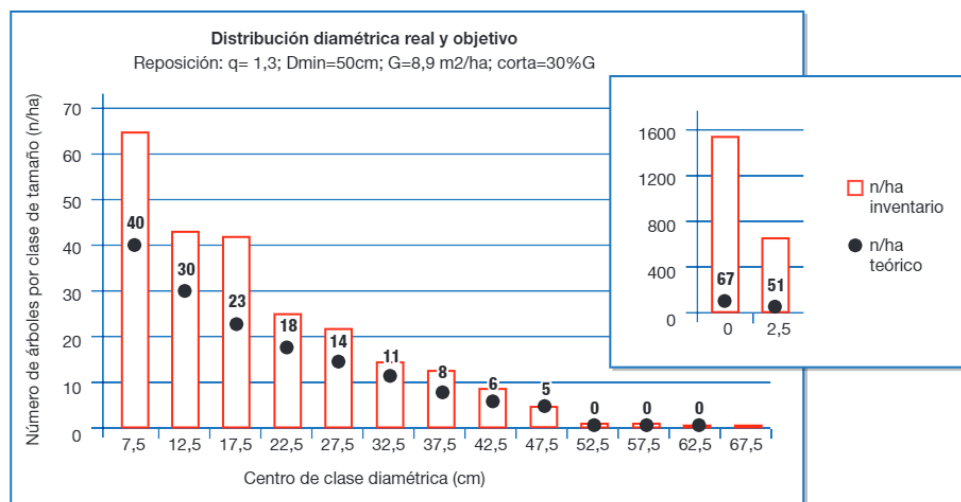


Figura 7: Distribución diamétrica reportada en un inventario y densidades de diseño según cálculo BDq. Datos del Campo Experimental La María.

Para evaluar adecuadamente el impacto de esta práctica, es importante contrastar el arbolado remanente sin daños después del rolado con las curvas de diseño de la estructura. Para hacer esta comparación, se diseñó una curva teórica para un bosque previo al rolado, usando el método BDq ya descrito. Para un área basal final de $8,9 m^2/ha$, un diámetro mínimo de corta de $50cm$ y un valor de q de 30% , se encontró que las densidades necesarias en las clases de regeneración son las siguientes:

Clase 0 – menores a $1,3m$ de altura: 67 árboles/ha

Clase 2,5 – de $1,3m$ de altura a $5cm$ de dap: 51 árboles/ha

Clase 7,5 – de 5 a $10cm$ de dap: 40 árboles/ha

Contrastando estos valores con los remanentes después del rolado de baja intensidad, se observó que los árboles remanentes en la clase 0 cuádruplican los necesarios según la curva de diseño, y que los remanentes en la clase 2,5 quintuplican los necesarios. Se observó un déficit solamente en la clase 7,5, en la cual la cantidad de árboles remanentes sin daños por rolado era de 36 árboles por ha, y se necesitaban 40 para cumplir con los necesarios según la curva de diseño. Desde la experiencia, se considera que ésta es la **clase más crítica en la interacción con rolados**, porque árboles más grandes se ven fácilmente y se pueden evitar, y los árboles más chicos a esta clase están en una densidad suficiente como para tolerar pérdidas sin afectar la reposición. Pero la clase de 5 a $10cm$ de dap comparte estrato con el arbustal y tiene pocos árboles disponibles. En este caso, puede aumentarse la densidad mínima necesaria en las clases anteriores, ampliar las

capacidades de los tractoristas para identificarlos y evitarlos y preservar particularmente este tipo de árboles ante futuras intervenciones (corta forestal y re-rolados).

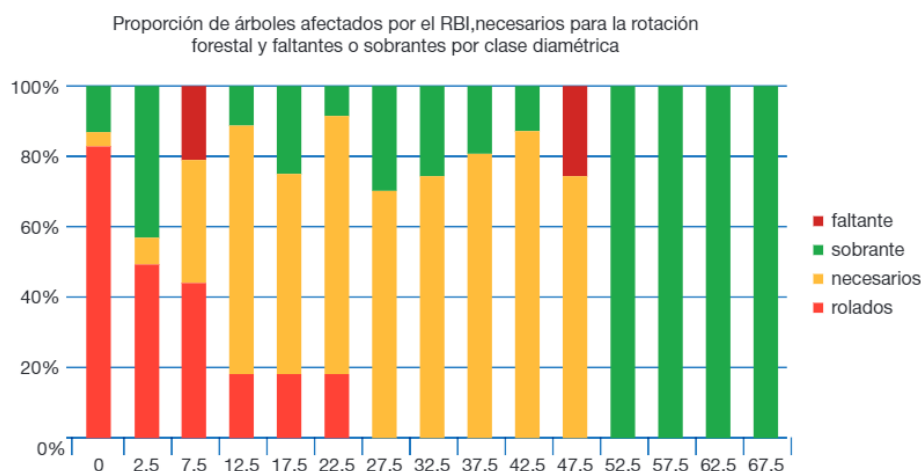


Figura 8: Proporción de árboles por clase diamétrica, efecto del rolado y necesidades para reposición según curva de diseño.

Manejo del ganado

Enfoques de la producción ganadera en áreas de bosques en la región chaqueña

En esta región, la ganadería coexiste con los bosques nativos desde la época de la colonia, convirtiéndose desde ese momento hasta la actualidad en una de las actividades agropecuarias más importantes. Estos sistemas productivos eran reconocidos como “ganadería a monte con explotación forestal”, siendo los más adoptados principalmente en las subregiones semiáridas y áridas (Renolfi, 2008). A partir de mediados del siglo XX comenzó el desarrollo de infraestructura para poder manejar el pastoreo. Históricamente, la actividad ganadera ligada a los bosques chaqueños estuvo definida por dos enfoques (Saravia Toledo, 1985): uno que se puede llamar Tradicional y otro denominado Moderno, más tecnificado. En el enfoque tradicional, el manejo está basado en liberar animales a campo abierto, obteniendo la producción de carne una vez al año. El manejo del rodeo se realiza a partir de aguadas naturales y el servicio de toros se realiza durante todo el año, sin manejo por categorías. La alimentación en base a la oferta de la vegetación natural: pastos, latifoliadas, arbustos y árboles, dependiendo del clima. Es prácticamente

nula la inversión en infraestructura (alambres, potreros, mangas, cepos, aguadas). En este sistema la carga animal es alta en pequeñas áreas del campo, generalmente cercanas al agua (tajamares, represa o río) y en abras de pastizales. Esto genera sobrepastoreo de estas áreas, impide la recuperación de las especies herbáceas existentes, y provoca la colonización de especies arbustivas de bajo valor forrajero y forestal. Por otra parte, la carga animal es muy baja en otras áreas alejadas del agua, cubiertas por bosques o montes cerrados (con baja accesibilidad y falta de forraje herbáceo). El resultado de este modelo es la baja eficiencia y productividad (5-30 kg/ha, 50% de destetes, 1UG cada 20 ha).



Figura 3. Ganadería tradicional en la costa del Río Salado departamento Pellegrini, localidad de Chañar Bajada, Santiago del Estero y departamento Chicoana, Salta. (Fuente: Saravia, 2012-2017)

Los dos enfoques conviven aún hoy en la Región Chaqueña. Generalmente el tradicional corresponde a productores pequeños familiares de menos de 100 cabezas, y algunos medianos hasta 300 cabezas siendo en estrato más representativo en porcentaje de productores en la provincia de Santiago del Estero. El enfoque moderno, está representado por productores medianos y grandes más tecnificados (Tabla 2). Esto aplica también al resto de Región Chaqueña Semiárida (Este de Salta, Oeste de Formosa y Chaco, Norte de Córdoba).

Estrato (cabezas)	Productores (%)	Cabezas (%)
0 a 100	82,6	20,2
100 a 1000	15,7	41
más de 1000	1,7	38,8

Tabla 2. Estratificación de productores ganaderos de la provincia de Santiago del Estero. (Fumagalli, A. 2011-2017).

Variables de gestión ganadera

Marco conceptual

El gráfico de la figura 4 presenta el orden jerárquico asignado a las variables que definen la producción ganadera, apilados en forma de pirámide. La base está ocupada por la alimentación, como el factor más relevante de todos, y el que requiere atención prioritaria en la

planificación ganadera. Se puede

decir que el productor ganadero debe ser primero un buen “productor de forrajes”.

Le siguen en orden de importancia la sanidad, las instalaciones, el manejo y la genética. Todas las etapas están condicionadas por las condiciones ambientales y de mercado, como variables de contexto.

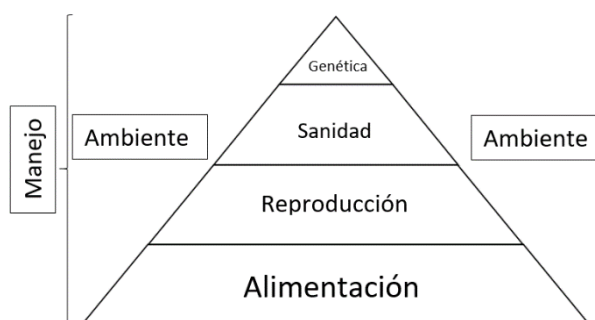


Figura 4. Modelo conceptual de la relevancia de variables en la ganadería.

Disponibilidad de forraje y requerimientos nutricionales

El gráfico de la figura 5 muestra esquemáticamente la variación anual de los requerimientos nutricionales de los vientres, y la producción de pasturas a lo largo del año. El esquema de manejo propuesto en se basa en ordenar el manejo a fin de hacer coincidir la época de máximos requerimientos de los vientres, con la época de máxima producción de pasturas.

Para lograr esto, es fundamental estacionar el servicio entre los meses de diciembre a marzo, para lograr que las pariciones se concentren en primavera (de septiembre a noviembre). Este esquema debe ser flexible y ajustarse anualmente, teniendo en cuenta la variabilidad de precipitaciones y producción de biomasa forrajera entre años.

Algunas prácticas para abordar esta variabilidad son las reservas forrajeras para las primaveras secas (diferidos-henos), tener flexibilidad en los destetes

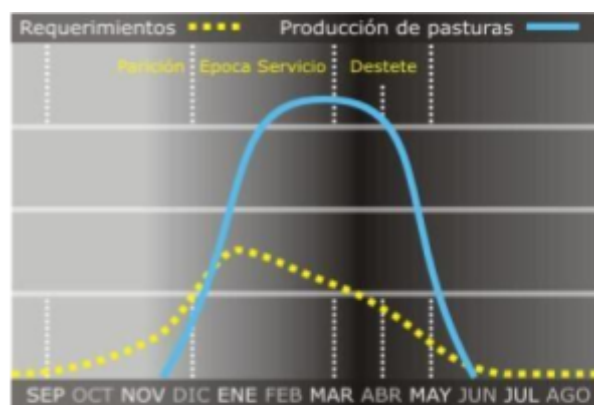


Figura 5. Curvas de requerimiento nutricional de los vientres, de producción de pasturas y esquema de manejo propuesto (Salado y Fumagalli, 2004).

(precoz-anticipado-temporario), descartar vientres vacíos o vacas viejas (categorías improductivas), disminuir las terneras de reposición (ajuste de carga).

Carga o receptividad animal: “La variable ganadera”

La carga ganadera se define como la densidad máxima de animales que puede ser mantenida en un área determinada, en un cierto nivel de producción, sin deteriorar el recurso (Holechek, et al.1982).

La misma queda definida por la siguiente fórmula:

$$\text{Receptividad (EV/ha)} = \text{PPNA} \cdot \text{IC} / \text{CIA}$$

Donde:

PPNA = Productividad primaria neta aérea (kg MS/ha/año).

IC = Índice de cosecha o eficiencia de utilización (%)

CIA = Consumo individual animal (kg MS/cab/año)

PPNA: Dependiendo la superficie y la vegetación puede calcularse mediante corte, Botanal o sensores remotos (LART-Observatorio forrajero Nacional).

IC: En vegetación natural (pastizales, bosques nativos) se considera un IC de 0,5, para verdeos o pasturas implantadas puras 0,7.

CIA: En vegetación natural se calcula que un 1 EV representa a un consumo individual anual de 3650 kg MS.

Condición corporal (CC) y su relación con la reproducción

La condición corporal es un sistema que clasifica a las vacas según la apreciación visual y palpación manual de su nivel de reservas corporales. Esta calificación se compara con un patrón establecido al que se le ha dado valores numéricos arbitrarios, permitiendo de esta forma, unificar criterios de evaluación, haciéndolos comparables en el tiempo y entre personas. La escala más utilizada toma un rango de un valor mínimo de 1, que representa a una vaca extremadamente flaca, hasta el 9, que representa a un animal excesivamente gordo (Kabaleski, C., 2013).

Hay una relación directa entre la condición corporal y el éxito de la reproducción.

Las vacas que presentan una mala CC al parto, tienen dificultades para reanudar la actividad reproductiva y presentan intervalos muy largos entre parto y primer celo.

Esto se traduce en bajos porcentajes de preñez y un bajo número de vacas preñadas en el primer mes de servicio (Maresca, 2020). Se recomienda agendar un monitoreo adecuado de la CC de las vacas, en los siguientes momentos:

- Al tacto: permite evaluar la situación con que ingresarán los vientres al período de restricción invernal, y eventualmente programar una

suplementación de vacas en pobre condición corporal o ajustar la carga animal.

- Al parto: es clave para definir la duración del anestro posparto, y por lo tanto define en qué momento se va a preñar la vaca.
- Al servicio: La evaluación del EC al inicio del servicio no es menos importante, es la última oportunidad para aplicar medidas correctivas en aquellas vacas con condición corporal baja.

En la Tabla 3 se pueden observar los resultados de un trabajo realizado en dos campos de productores ganaderos de la Región Chaqueña Semiárida en el departamento Ojo de Agua, Santiago del Estero. Uno de los campos decidió destetar y descartar vacas vacías (El Tala) y el otro decidió esperar más tiempo (El Sauce). Escala 1 a 9 (Whitman, 1975).

Epoca	3	4	5	6	7	EC<4	EC 4	EC 5 o >	
El Sauce Otoño	11	39	39	6	6	11,1	38,9	49,9	4,5
El Sauce Prim.	27	55	18	0	0	27	55	18	3,9
El Tala Otoño	12	50	33	5	0	11,7	50	38,3	4,3
El Tala Prim.	0	25	65	10	0	0	25	75	4,9

Condicion corporal menor a 4 en % (EC<4), condicion corporal igual a 4 en % (EC 4), condicion corporal igual o mayor a 5 en % (EC 5 o >) y el promediototal por epoca ().

Tabla 3: Monitoreo de la condición corporal de vacas en dos épocas del año

Propuesta de modelo de manejo ganadero

El siguiente esquema muestra una secuencia de prácticas de manejo ganadero del rodeo de cría, ajustada para las condiciones del Campo Experimental Ing. F. Cantos, del INTA EEA Santiago del Estero. Las fechas consignadas para cada operación son los promedios anuales ajustados según las condiciones específicas de precipitación y producción de forrajes.



Figura 6. Propuesta de manejo de un rodeo de cría para la Región Chaqueña Semiárida

La definición del modelo de manejo ganadero implica una agenda específica de actividades y tratamientos, que se recomienda incluir en la planificación espacio-temporal de tratamientos. En el esquema del marco lógico, estos tratamientos no llevan una identificación completa como los que remueven biomasa, pero son tratamientos fundamentales, que se sugiere incluir explícitamente en esa planificación espacio – temporal. Además, como se mencionó para las determinaciones de condición corporal, se sugiere incorporarlas en el plan de monitoreo, con su agenda y ubicación para sumar al seguimiento de indicadores.

Manejo de la biodiversidad

La biodiversidad y los predios ganaderos en la región Chaqueña

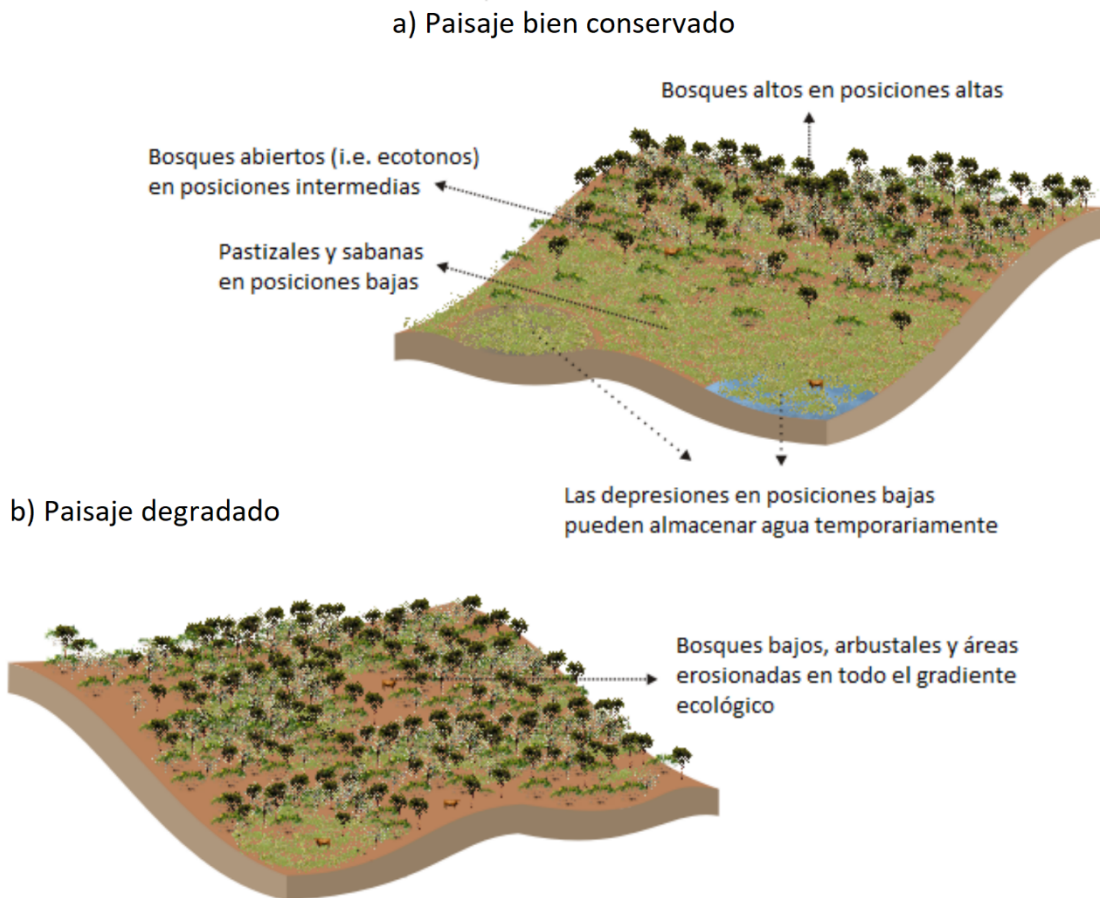
Aunque existen conceptualizaciones más elaboradas de la “Biodiversidad”, y muy útiles, cabe recordar que el concepto clásico establece que se trata de la “diversidad de ecosistemas, especies y genes”. Este concepto clásico, brinda un marco para introducirse en el manejo de la biodiversidad de una manera efectiva y práctica. De esta manera, la biodiversidad es un concepto jerárquico, donde los genes están en las especies, y las especies están en los ecosistemas; y debido a que las especies evolucionaron para habitar ecosistemas específicos, la diversidad de ecosistemas promueve una mayor diversidad de especies y genes.

La diversidad de ecosistemas o heterogeneidad de hábitats, en cualquier escala (de local a regional), promueve una mayor biodiversidad.

En la región chaqueña, cuando hablamos de manejo de la biodiversidad en predios ganaderos (ejemplo: 100ha, 1000ha, o 7000ha), hablamos de la “escala local” de manejo, cuya escala cartográfica apropiada es de 1:20000 o más detalladas aún. En este nivel de percepción, se manifiesta en detalle la topografía local del predio productivo, y, vinculado a ello, los tres sitios ecológicos característicos (altos, medias lomas y bajos). Luego, si los sitios ecológicos han sido tipificados según sus estados (o fases) de la vegetación, se podrá tener cartografiada la diversidad de ecosistemas o de hábitats del predio productivo.

La definición de sitios ecológicos y estados de la vegetación, además de ser la base para el manejo productivo, es fundamental para manejar la diversidad predial

La siguiente figura representa el gradiente de sitios ecológicos a escala local típico de la región chaqueña semiárida.



La subfigura a) muestra cuando este gradiente se halla en buen estado. En esta situación, se maximiza la heterogeneidad de hábitats, dado que hay un bosque alto (típico quebrachal) en el alto, un pastizal/sabana en el bajo y un ecotono o transición entre los anteriores, en la posición topográfica intermedia. En esta situación, la diversidad de especies animales y vegetales se maximiza, porque se encuentran especies adaptadas a hábitats abiertos (pastizales/sabanas), semiabiertos (ecotonos) y cerrados (bosques). Cabe aclarar que existen especies animales con hábitos no tan especializados, capaces de utilizar cualquier tipo de hábitats, dependiendo de la época del año o también de la hora del día (por ejemplo, los pecaríes y felinos).

La subfigura b) muestra cuando el gradiente de sitios ecológicos se halla alterado, convertido en un arbustal-bosque bajo y con presencia de áreas erosionadas (a causa de la sobreexplotación ganadera y forestal en el bosque). En esta situación, la diversidad de hábitats ha disminuido (homogeneización del paisaje), y las especies adaptadas a hábitats abiertos y las que requieren árboles grandes

(comúnmente muchas especies de aves) prácticamente desaparecen, y subsisten aquellas adaptadas a arbustales y a los estratos bajos del bosque.

Si el manejo forestal y ganadero contribuye a mantener el buen estado (o mejorarlo) de todo el gradiente de sitios ecológicos, estará favoreciendo la biodiversidad, junto a otros rasgos funcionales, incluyendo la productividad.

Principios de diseño de paisajes

Las decisiones de manejo y diseño de tratamientos sobre un predio, definen un paisaje determinado. La “ecología del paisaje” estudia cómo diseñar el paisaje regional o local para favorecer la biodiversidad. Desde los aportes de esta disciplina, se resumen a continuación algunas recomendaciones para la región chaqueña:

- Manejar y conservar gradientes completos de sitios ecológicos.
- Es preferible tener matrices productivas lo más similares posibles a los ecosistemas nativos en buen estado de conservación, lo que se conoce como “matrices productivas de bajo contraste”.
- Parches de hábitats grandes conservan mejor que los parches de hábitats pequeños o fragmentados.
- Son preferibles parches de hábitats con formas compactas (cercañas a círculos o cuadrados), que parches de formas irregulares y alargadas. Las formas compactas disminuyen los efectos de borde. Se denomina efectos de borde a la alteración del ambiente físico y biológico que ocurre en los bordes de parches por la influencia de ambientes colindantes (por ejemplo, parches o matrices agrícolas, parches de vegetación nativa disturbados con fines productivos, caminos, poblados).
- En la Región Chaqueña, la presencia de especies vegetales y animales de valor económico para el hombre están negativamente correlacionadas con la presencia de caminos, rutas, puestos ganaderos, pueblos y urbanizaciones. Por lo tanto, los parches de hábitats más alejados de estos factores humanos tienen mayor valor para las especies, y pueden ser buenos candidatos para destinarse a la conservación.
- Mejorar la conectividad biológica entre parches de hábitats mediante la implementación de corredores biológicos.

El rolado y biodiversidad

El rolado es un disturbio de la vegetación nativa muy utilizado en la región chaqueña para disminuir la competencia de las leñosas y favorecer a la vegetación herbácea, especialmente a las gramíneas de valor forrajero. En otras secciones del módulo se ha desarrollado en detalle la tecnología denominada “Rolado Selectivo de Baja Intensidad” (RBI), la cual utiliza la teoría de disturbios para diseñar y aplicar rolados amigables con los ecosistemas. Esta es la tecnología recomendada para implementar MBGI.

Los estudios disponibles muestran que los sistemas silvopastoriles obtenidos mediante el RBI, además de satisfacer apropiadamente objetivos productivos-ganaderos, representan una buena opción de manejo de los hábitats de las especies silvestres frente a otras opciones más intensivas, como los rolados de alta intensidad o el desmonte total. Esto se debe a que el RBI conserva la mayor parte de la vegetación nativa, sin dañar el suelo. Por ejemplo, el RBI aplicado a un Quebrachal alto, conserva todos los estratos (microhábitats) que diferentes especies de aves y reptiles usan para alimentarse, reproducirse y refugiarse. Estos son: arbóreo, arbustivo, herbáceo, hojarasca y capa del suelo superficial. El mayor efecto del RBI se observa en el estrato arbustivo, con una reducción considerable en su cobertura, pero que para nada afecta a la diversidad de plantas leñosas. Si el RBI se aplica en combinación con la siembra de pasturas exóticas (en el Chaco Semiárido típicamente el Gatton Panic), es muy posible que la pastura exótica termine dominando el estrato herbáceo, aunque datos preliminares parecen indicar que ello no provocaría la desaparición de herbáceas nativas (en este tema, faltan estudios más profundos). El RBI prácticamente no altera la cobertura arbórea, considerada de vital importancia por los servicios ecosistémicos que brinda (sombra para los animales, regulación del ciclo de agua y nutrientes del suelo, aporte de frutos forrajeros, y provisión de microhábitats para la fauna silvestre).

Fuego y biodiversidad

En los predios ganaderos de la región chaqueña, el fuego es muy utilizado con variados objetivos: controlar la cobertura de arbustos, eliminar coberturas de pajas de poco valor forrajero, vigorizar las pasturas forrajeras naturales o implantadas y eliminar residuos leñosos. La utilización del fuego prescripto con objetivos productivos fue abordada en detalle en otras secciones del curso. En este módulo,

abordaremos algunas aplicaciones del fuego para favorecer la diversidad de ecosistemas y especies.

Alrededor del mundo, históricamente los fuegos han contribuido a controlar las poblaciones de plantas leñosas y mantener los pastizales/sabanas como hábitats. En las regiones áridas y semiáridas del mundo (incluida el Chaco Semiárido), la intensificación de la ganadería desde 100-150 años atrás, coincidió con la pérdida de los regímenes de fuego y una masiva transformación de los pastizales/sabanas en arbustales. Esto se relacionaría con que el sobrepastoreo elimina el combustible fino necesario para producir y propagar los fuegos, entonces las plantas leñosas pueden proliferar. Este fenómeno se denomina “Woody encroachment” o “Shrub encroachment” en la literatura inglesa, y “Lignificación” en la literatura en español. La lignificación de los pastizales/sabanas ha impactado negativamente en la producción ganadera (disminuye el forraje herbáceo y el exceso de cobertura leñosa produce diversas complicaciones de manejo) y alterado los ciclos hidrológicos, el balance de carbono y la biodiversidad. En el Chaco Semiárido, la lignificación de los pastizales/sabanas ha ocurrido con intensidad desde principios del 1900. Las referencias históricas indican que la cobertura original de pastizales/sabanas de la región era de alrededor del 50% (casi la mitad de la ecoregión estaba cubierta por pastizales/sabanas). Actualmente, la cobertura de pastizales/sabanas es de alrededor del 2.6% de la ecoregión (mayormente ubicados en los bañados del Río Dulce y las Serranías de Córdoba). La lignificación, junto con la conversión de áreas naturales para tierras de cultivo son las causas principales de esta desaparición de los pastizales/sabanas. Por lo tanto, los pastizales/sabanas son los tipos de hábitats más amenazados en la ecoregión, incluido su gran diversidad de especies animales y vegetales adaptadas a ellos. **Los pastizales/sabanas son los hábitats más amenazados en la ecorregión del Chaco seco. Por ejemplo, los “simbolares”, un pastizal muy común en el pasado, son el primer caso de ecosistema extinto en la región. Junto con ello, mamíferos grandes herbívoros como el guanaco y el venado de las pampas, son especies localmente extintas. En el marco de MBGI, es posible lograr diseños de paisaje que incluyan la conservación de pastizales y sabanas por su alto valor biológico.**

Quemas prescriptas para recuperar biodiversidad

El fuego puede ser una herramienta útil para revertir los estados leñosos de los pastizales/sabanas, favoreciendo así la diversidad de especies adaptadas a hábitats abiertos. Las prácticas recomendadas, se han diseñado buscando

compatibilizar la conservación de la biodiversidad como la mejora de la producción ganadera.

En los pastizales/sabanas actuales del Chaco Semiárido, la gramínea dominante es el aibe (*Elionurus muticus*), la cual es altamente tolerante al fuego y de valor forrajero sólo en etapa de rebrote. La ausencia prolongada de fuego en los aibales produce una acumulación excesiva de biomasa aérea de la especie dominante, lo que influye negativamente sobre la diversidad de herbáceas acompañantes (por ejemplo, en los aibales del Parque Nacional Copo). En este caso, el fuego, además de controlar las leñosas e impedir la lignificación, cumple la importante función de limitar la dominancia de aibe y facilitar la presencia de otras especies herbáceas. Estudios disponibles indican que el fuego aumenta la diversidad de especies en las sabanas chaqueñas en el período de 6 meses hasta 2 años de ocurrido. La recurrencia del fuego a lo largo del tiempo con intervalos libres de incendios de 2 a 3 años contribuiría a mantener la diversidad herbácea de los aibales, manteniendo la sabana como hábitat. Aunque la temporada de fuego en la región se extiende desde junio-julio hasta octubre-noviembre (época seca), las fechas de fuego que causan un mayor incremento en la diversidad de herbáceas son agosto-septiembre (mediados de la temporada de fuego). Este hecho se atribuye a una mayor resistencia de las plantas al fuego y a las mejores condiciones climáticas post-fuego.

Por otra parte, cuando la carga de combustible fino es todavía importante (> 3000 kg MS/ha) y la lignificación no ha progresado demasiado lejos (arbustos de baja altura), el tratamiento más apropiado es aplicar un fuego prescrito de alta intensidad. Este tipo de fuegos se logra quemando en el cuadrante más severo de la ventana de prescripción (temperatura del aire entre 20 y 30 °C, velocidad del viento entre 12-25 km/h, y humedad relativa del aire entre 25 y 35 %), lo cual implica que se deben extremar las medidas de seguridad (cortafuegos anchos, presencia de motobomba, etc.).

Un estudio sugirió que coberturas leñosas por encima del 75% no producirían biomasa herbácea más allá del umbral de los 3000 kg MS/ha y, por ende, los fuegos de pastizal intensos no podrían ocurrir. En estos casos, el restablecimiento del pastizal/sabana se podría acelerar mediante regímenes de disturbios que utilicen en secuencia: 1) rolado de baja intensidad (i.e., disturbio mecánico) para disminuir la competencia de los arbustos, minimizando la generación de residuos leñosos gruesos que incrementan el riesgo de incendios severos, 2) supresión del pastoreo por una o dos estaciones de crecimiento para promover la acumulación de biomasa

herbácea, y 3) fuegos prescritos de pastizal para disminuir aún más la competencia de los arbustos y favorecer nuevamente a la vegetación herbácea. Por último, cuando la degradación es extrema, lo más probable es que las gramíneas perennes nativas hayan desaparecido y perdido viabilidad en el banco de semillas del suelo (entre ellas las palatables), por lo cual, tratamientos como rolados y supresión del pastoreo no se traducirían en incrementos satisfactorios en la biomasa de estas gramíneas, siendo necesario recurrir a su siembra. A la fecha, hasta tanto no haya semillas de gramíneas nativas disponibles en el mercado, la única forma de proveerse de semillas es su cosecha a campo.

En cualquier caso, se debe quemar de una manera que la fauna terrestre tenga la oportunidad de escapar del área de quema, en bloques no mayores a 100 ha. Sin embargo, de haber animales muertos o afectados por el fuego, éstos rápidamente son consumidos por otros (típicamente, aves de presa y carroñeras, zorros). Un efecto muy positivo del fuego sobre la fauna adaptada a hábitats abiertos, es la ampliación y mejora de sus hábitats. El rebrote de las pasturas posterior a las quemas es muy nutritivo y beneficia a la fauna herbívora. Se recomienda aplicar quemas prescritas para favorecer a la diversidad animal y vegetal de los pastizales/sabanas cada tres o cuatro años.

Por último, cabe destacar que los fuegos no planificados y mal implementados, pueden provocar enormes pérdidas económicas, ambientales y conflictos sociales. El manejo responsable del fuego (quemas prescritas) requiere de pericia, experiencia, equipamiento, cierta infraestructura y condiciones ambientales favorables.

Prácticas adicionales para beneficiar a la fauna silvestre

Agua para la fauna silvestre

En el Chaco Semiárido, como en otras regiones semiáridas del mundo, la disponibilidad de agua es uno de los factores críticos que debe enfrentar la fauna para subsistir. La disponibilidad de agua a lo largo del año puede mejorarse con el propósito de aumentar la cantidad de fauna o expandir el uso de los hábitats; también se puede disminuir esta disponibilidad para reducir la cantidad de animales y la alimentación en áreas donde no son deseables. Cuando los establecimientos desarrollan actividades complementarias como ecoturismo, caza deportiva o cosecha de fauna, está indicado favorecer a la fauna mediante el manejo de

aguadas. El énfasis debe ponerse en la estación seca (en especial cuando más avanzada esté) y en la estación húmeda si hay sequía prolongada. Es conveniente que las aguadas estén uniformemente distribuidas para promover una utilización uniforme de los hábitats. La Tabla siguiente presenta umbrales de distribución de las aguadas que pueden emplearse en la Región Chaqueña.

Grupo Animal	Distribución recomendada
Mamíferos grandes	1 cada 129- 258ha
Mamíferos medianos	1 cada 129ha
Mamíferos pequeños	1 cada 32- 64ha
Palomas	1 cada 129- 258ha
Perdices, aves canoras	1 cada 32ha

En la Región Chaqueña las plantas suculentas (como *Opuntia quimilo*, *Stetsonia coryne* y *Cereus forbesii*) son consumidas en forma intensa por los animales silvestres (así como el ganado vacuno) como fuente alternativa de agua. La conservación de suculentas o establecimiento en áreas donde son escasas realzan la calidad de los hábitats para la fauna. Los regímenes de disturbios de rolado, corta forestal y fuegos deben planificarse para favorecer la existencia de las mismas.

En especial en la época seca, es habitual que la fauna acuda a fuentes de agua artificiales como represas, tanques australianos y bebederos de ganado. Estas instalaciones no fueron diseñadas para ser utilizadas por la fauna, y producen, por un lado, que para determinadas especies el recurso no esté disponible, y por otro, muertes por caídas y ahogamientos (frecuente de observar en tanques australianos). Ante ello, se han desarrollado adaptaciones muy sencillas y de bajo costo (rampas, escaleras de escape, puentes flotantes) para el acceso seguro de la fauna al agua. También, pueden construirse aguadas artificiales que integran sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia y bebederos.

Las represas naturales y las tradicionales de los campos ganaderos, son lugares de alto valor para la reproducción y supervivencia fauna anfibia chaqueña, por lo cual se recomienda su conservación.

Control de predación por perros

En los predios ganaderos, es usual la tenencia de perros, los cuales acosan y predan a la fauna silvestre. Con frecuencia, los perros son abandonados y forman

jaurías de perros cimarrones, que presan sobre la fauna y el ganado doméstico. Las medidas recomendadas para mitigar estos problemas son:

- Cuando sea posible, evitar su tenencia y uso, a fin de evitar la potencial depredación o acoso hacia la fauna silvestre, como la probable proliferación de ejemplares cimarrones.
- En caso de requerir perros en el establecimiento, su tenencia y manejo deben ser responsables (vacunación, dieta aprovisionada, identificación y confinamiento en lugar apropiado, evitando ejemplares errantes).
- Prevenir el contacto injustificado de los perros con la fauna.
- Evitar cualquier contagio de enfermedades procedentes del ámbito doméstico (con perros y otros animales domésticos) realizando un adecuado manejo sanitario de los animales mantenidos en cautiverio. Los perros pueden transferir enfermedades a la fauna.

Alambrados amigables con la fauna

Los alambrados muy cerrados (ej de 7 hilos), pueden impedir o dificultar el paso de los grandes mamíferos (como el tapir o los pecaríes labiados) o de grandes aves (como el ñandú), generando un efecto de valla o barrera. Además de complicar su desplazamiento, potencia la exposición de estos animales a otros peligros, tales como la caza furtiva y los atropellamientos. Por lo tanto, se recomienda evitar la instalación de alambrados que posean 7 o más hilos, a menos que esto fuese completamente necesario; o aflojar o evitar el tercer y cuarto hilo (contabilizando los hilos desde el piso). Se ha comprobado que esto es suficiente para el paso del ñandú.

Se recomienda aplicar alambrados “amigables” con el tránsito de la fauna silvestre. Según el caso y los requerimientos del establecimiento, podrían componerse considerando un menor número de hilos que los alambrados convencionales; ausencia de alambres de púas; diferentes distancias de separación entre los hilos inferiores y el suelo, entre los hilos medios, o la completa ausencia de algunos de éstos; la instalación de pasos de fauna; y/o la instalación de éstos asociados a guardaganados o mangas.

Ejemplo

Se desarrolla para un caso real, la aplicación del marco lógico descrito en este módulo, disponible aquí: <https://bit.ly/ejemploMBGI>. El mismo consiste en una serie

de hojas de cálculo, una por cada capítulo de la planificación presentada, donde se han ido registrando y adecuando las diferentes instancias de planificación. Las hojas están vinculadas para ir relacionado y actualizando los cambios. El resultado observado en la versión actual de la planilla se logró después de varias correcciones e interacciones entre etapas de planificación.

Bibliografía

ALAGGIA F, MARÍA JULIA CABELLO, CARLOS A. CARRANZA, LAURA CAVALLERO, GONZALO DANIELE, MELISA ERRO, MARCELA LEDESMA, DARDO R. LÓPEZ, ELOISA MUSSAT, MARCELO NAVALL, PABLO L. PERI, VERÓNICA RUSCH, ÁNGEL SABATINI, JUAN J. SARAVIA, JOSEFINA URIBE ECHEVARRÍA, JOSÉ VOLANTE (2019). Manual de Indicadores para Monitoreo de Planes Prediales MBGI Región Parque Chaqueño. Ediciones INTA y EUROCLIMA+, disponible en:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/cartilla_completa_2020.pdf

Aprile, G., M. Periago, and F. Miñarro. 2016. La fauna y los silvopastoriles del Chaco. Boletín técnico. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, Argentina.

Balbuena, O., Kucseva, C., Rochinotti, D., Slanac, A., Somma de Feré, G., Schreiner, J.J., Navamuel, J., Koza, G. 2002. Niveles de suplementación proteica invernal para recría de bovinos para carne en pasturas tropicales. Rev. Arg. Prod. Animal 22 (Supl. 1):16-18.

BESTELMEYER B.T., ASH A. J., BROWN J. R., DENSAMBUU B., FERNANDEZ-GIMENEZ M. E., JOHANSON J., LEVI M. R., LOPEZ D. R., RUMPF L., PEINETTI H. R., SHAVER P. L. (2017). State and transition models: Theory, applications, and challenges. In D. D. Briske (editor), Rangeland Systems: Processes, Management and Challenges. Springer, Berlín-Heidelberg, Alemania.

<http://www.springer.com/us/book/9783319467078>

Bestelmeyer, B. T., Moseley, K., Shaver, P. L., Sanchez, H., Briske, D. D., & Fernandez-Gimenez, M. E. (2010). Practical guidance for developing state-and-transition models. Rangelands, 32(6), 23-30.

BESTELMEYER, B. T., TUGEL, A. J., PEACOCK JR, G. L., ROBINETT, D. G., SHAVER, P. L., BROWN, J. R., ... & HAVSTAD, K. M. (2009). State-and-transition models for heterogeneous landscapes: a strategy for development and application. Rangeland Ecology & Management, 62(1), 1-15.

Brassiolo, M.; Araujo, P.; Díaz Lanes, F. y Bonelli, L.; 2007. Guías de prácticas sustentables para las áreas forestales de la provincia de Santiago del Estero – Manejo Forestal. Anexo II de la Ley Provincial 6841 “Conservación y uso múltiple de las áreas forestales de Santiago del Estero”.

- BRISKE, D. D. (2017). Rangeland systems: processes, management and challenges (p. 661). Springer Nature. Ecosystems. Design, Supplementary Methods, and Interpretation, vol. II. University of Arizona Press, Tucson, Arizona.
- C. Kunst, M. Navall, R. Ledesma, D. Coria, P. Tomsic, A. González, A. Gómez 2015. "Guías Prácticas Recomendables para Sistemas Silvopastoriles en Santiago del Estero". 98pp, Ministerio de Producción, Recursos Naturales, Forestación y Tierras. Provincia de Santiago del Estero.
- CARRANZA, C. A. LEDESMA, M. 2005. Sistemas Silvopastoriles en el Chaco Árido. IDIA XXI pp 240– 246.
- Carranza, C.A. 2009. Sistemas silvopastoriles en bosque nativo del Chaco Argentino. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 48-58. Posadas, Misiones.
- Carranza, C.A., Ledesma, M. 2005. Sistemas silvopastoriles en el Chaco Arido. IDIA XXI Forestales. Ed INTA. Año V N° 8: 240-246.
- CAVALLERO L.; LÓPEZ D.R.; RAFFAELE E. & AIZEN M.A. 2015. Structural-functional approach to identify post-disturbance recovery indicators in forests from northwestern patagonia: a tool to prevent state transitions. Ecological Indicators 52: 85-95.
- Coria, R. D., C. R. Kunst, and S. Bravo. 2021. Un aporte al entendimiento de la lignificación de los pastizales/sabanas del Chaco Semiárido sudamericano. Ecología Austral.
- Coria, R. D., C. R. Kunst, and V. D. C. Navarrete. 2017. Rolado selectivo de baja intensidad (RBI) sobre bosque nativo en el Chaco Semiárido: influencia sobre la diversidad y la composición de un ensamble de reptiles. Ecología Austral.
- Coria, R. D., O. R. Coria, and C. Kunst. 2015. Influencia del Rolado Selectivo de Baja Intensidad (RBI) sobre las comunidades de aves de bosques del Chaco Occidental. Ecología Austral.
- Coria, R. D., O. R. Coria, and C. R. Kunst. 2012. Rolado Selectivo de Baja Intensidad (RBI) y aves en un bosque del Chaco Semiárido. Pages 371–375. INTA, Santiago del Estero.
- Coria, R. D., O. R. Coria, and C. R. Kunst. 2016. Diversidad y composición de especies de aves en un gradiente bosque-arbustal-sabana del Chaco Semiárido, Argentina. Ornitología Neotropical 27:1–15.
- Day K.; 1998. Stocking standards for uneven-aged interior Douglas fir. In Vyse A, C Hollstedt, D Huggard (eds.) Managing the dry Douglas-fir forests of the southern interior: Workshop Proceedings. Victoria, Canada. B.C. Min. For. p. 37-52.

- De León M. 2003, Jornada de Ganadería: Ampliando la Frontera Ganadera. Proyecto Ganadero Regional "Mejoramiento de la productividad y calidad de la carne bovina en la provincia de Córdoba". Córdoba, Argentina. p: 1-28
- Decarre, J. 2015. Diversity and structure of bird and mammal communities in the Semiarid Chaco Region: response to agricultural practices and landscape alterations. Doctoral thesis. Victoria University. London.
- DELFÍN-ALFONSO, C. A., GALLINA-TESSARO, S. A., & LÓPEZ-GONZÁLEZ, C. A. (2013). El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. Fauna silvestre de México: uso, manejo y legislación, 285-288.
- Dirección de Bosques – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2005) Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR, 116 pp.
- Fumagalli, A. 2009. Pautas básicas para el manejo de un rodeo de cría. Primer seminario de ganadería Santiaguense. PP. 9-18. Editor PROFIP.
- Fumagalli, A. 2011. Evolución de la ganadería bovina en Santiago del Estero. Revista Campo para todos, Santiago del Estero, ISSN 1515-2200, AXII, N° 59:29-32.
- Gingrich, S.F. 1967. Measuring and evaluating stocking and stand density in upland hardwood forests in the central states. For. Sci. 7:35-42.
- Gomez, A., Navall, M. 2008. Efecto del rolado sobre la estructura del bosque. Implicancias para el manejo forestal. En: RBI. Rolado selectivo de Baja Intensidad. Editores: C Kunst, R Ledesma y M Navall. INTA EEA Santiago del Estero. Ed . INTA, pp. 118-125.
- Haydock KP, Shaw NH. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust J Exp Agric Anim Hus 1975;(15):663-670.
- Holechek J., M. Vavra y R. Pieper. 1982b. Botanical composition determination of range herbivore diets: A Review. Journal of Range Management, 35: 309- 315.
- Kunst, C. 2008. Implementación de rolados. Aspectos generales: rolados selectivos de baja intensidad. En: RBI. Rolado selectivo de Baja Intensidad. Editores: C Kunst, R Ledesma y M Navall. INTA EEA Santiago del Estero. Ed . INTA, pp. 8-16.
- Kunst, C., M. Navall, R. D. Coria, R. Ledesma, P. Tomsic, A. González, A. Gómez, and D. Feuillade. 2015. Guía de Prácticas Recomendables para Sistemas Silvopastoriles en Santiago del Estero. Producir carne y madera conservando el ambiente. INTA EEA Santiago del Estero. Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero, Santiago del Estero.
- Kunst, C., M. Navall, R. Ledesma, J. Silberman, A. Anriquez, R. D. Coria, S. Bravo, A. Gómez, A. Albanesi, D. Grasso, J. Dominguez Nuñez, A. Gonzalez, P. Tomsic, and J.

- Godoy. 2016. Silvopastoral Systems in the Western Chaco Region, Argentina. Pages 9–39 in P. Peri, F. Dube, and Varella, editors. Silvopastoral Systems in Southern South America. First edition. Springer International Publishing, Switzerland.
- Kunst, C., R. Ledesma, and D. Coria. 2020. El paisaje chaqueño, las perturbaciones y la Ley 26331. Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes 10:1–6.
- Kunst, C., S. Bravo, and J. L. Panigatti, editors. 2003. Fuego en los ecosistemas argentinos. Ediciones INTA, Santiago del Estero.
- Kunst, C.; Ledesma, R.; Navall, M.; Gómez, A.; Coria, D.; Arroquy, J.; Avila, M.; Tomsic, P.; González, A.; Albanesi, A.; Anríquez, A.; Silberman, J.; Bravo, S.; 2015. RBI, Rolado Selectivo de Baja Intensidad. Guía de campo. INTA EEA Santiago del Estero.
- KUNST, C; LEDESMA, R; NAVALL, M, 2008 (Eds). “RBI – Rolado Selectivo de baja Intensidad”. Ediciones INTA 2008. Manual 140págs.
- KUNST, C; M. NAVALL, R. LEDESMA, D. CORIA, P. TOMSIC, A. GONZÁLEZ, A. GÓMEZ 2015. “Guías Prácticas Recomendables para Sistemas Silvopastoriles en Santiago del Estero”. 98pp, Ministerio de Producción, Recursos Naturales, Forestación y Tierras. Provincia de Santiago del Estero.
- Kunst, C; M. Navall, R. Ledesma, J. Silberman, A. Anríquez, D. Coria, S. Bravo, A. Gómez, A. Albanesi, D. Grasso, J. Domínguez-Núñez, A, González, P. Tomsic, J. Godoy, 2016. Silvopastoral Systems in the Western Chaco Region, Argentina. Capítulo del libro: Silvopastoral Systems in Southern South America, Advances in Agroforestry, Chapter: 4, Publisher: Springer International Publishing Switzerland, Editors: P.L. Peri et al. (eds, pp.63-87).
- KUNST, C; S. BRAVO, R. LEDESMA, M. NAVALL, A. ANRÍQUEZ, D. CORIA, J. SILBERMAN, A. GÓMEZ, A. ALBANESI, 2014. “Ecology and Management of the Dry Forests and Savannas of the Western Chaco Region, Argentina”. Capítulo del libro: Dry Forests: Ecology, Species Diversity and Sustainable Management. Nova Publishers pp.133-164.
- LEWIS J. P., BARBERIS, I. M., PIRE, E. F., & CARNEVALE, J. N. (2004). Estructura y funcionamiento de los bosques del Chaco Húmedo Santafesino: el Quebrachal de la Cuña Boscosa. Ecología y Manejo de los bosques de Argentina. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, La Plata
- LEWIS J.P. (2001). La Biosfera y sus Ecosistemas: una introducción a la ecología. Centro de Investigación en Biodiversidad y Ambiente. Serie técnica, Publicación N 2. ECOSUR. Rosario. Argentina.

- LÓPEZ D.R., CAVALLERO L., AGUIAR M. & BRIZUELA M (2011). ECOSYSTEMIC STRUCTURAL-FUNCTIONAL APPROACH OF THE STATE AND TRANSITION MODEL. *Journal of Applied Vegetation Science*, 14: 6-16.
- LÓPEZ D.R., CAVALLERO L., ALAGGIA F. & CARRANZA C. (2021). Síntesis de los conceptos clave sobre Sitios Ecológicos y Modelo de Estado y Transición. En: *Silvicultura de Bosques Nativos de Argentina* (Eds.: Peri; Martínez Pastur; Chauchard; Schlichter). Ediciones INTA/Ministerio Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- LÓPEZ D.R., CAVALLERO L., EASDALE M.H., CARRANZA C., LEDESMA M., PABLO PERI (2018). CHAPTER 5: RESILIENCE MANAGEMENT AT THE LANDSCAPE LEVEL: AN APPROACH TO TACKLING SOCIAL-ECOLOGICAL VULNERABILITY OF AGROFORESTRY SYSTEMS. En: "Integrating landscapes: Agroforestry for biodiversity conservation and food sovereignty. Florencia Montagnini (Ed.). Springer Series Advances in Agroforestry".
- LÓPEZ D.R.; CAVALLERO L. & CARRANZA C.A. (2016). Indicadores de integridad ecológica para el Monitoreo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable-INTA.
- LÓPEZ, D.R., BRIZUELA, M.A., WILLEMS, P., AGUIAR, M.R., SIFFREDI, G., BRAN, D., 2013. Linking ecosystem resistance, resilience, and stability in steppes of North Patagonia. *Ecol. Indic.* 24, 1–11.
- Maresca, et al. 2020. El estado corporal y su efecto en la eficiencia reproductiva en rodeos de cría. Boletín técnico INTA EEA, Cuenca del Salado.
- Marshall, V. M., Lewis, M. M., & Ostendorf, B. (2012). Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: a review. *Journal of Arid Environments*, 78, 1-12.
- Mastrangelo, M. E. 2014. Conservation on the Frontier: Understanding and Influencing How Cattle Production Impacts Avian Diversity in the Dry Chaco Forests of Argentina. Doctoral thesis
- Miller, G. W. & Smith, H. C., 1993. A practical alternative to single-tree selection? *Northern Journal of Applied Forestry*, Society of American Foresters, 10, pp 32-38
- Morello, J.; Pengue, W., Rodríguez, A.; 2005. Etapas de uso de los recursos y desmantelamiento de la biota del Chaco. *Revista Fronteras* n°4. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente

Navall M., Peri P.L., Merletti G., Monaco M., Carranza C. Y Medina A., 2016. Acuerdo MBGI: Una iniciativa para devolver el significado a los Sistemas Silvopastoriles sobre bosques nativos. Quipu Forestal 2: 20-21.

Navall, M. 2008. Rolados y manejo forestal. En: RBI. Rolado selectivo de Baja Intensidad. Editores: C Kunst, R Ledesma y M Navall. INTA EEA Santiago del Estero. Ed INTA, pp. 72-85.

Navall, M., Cassino, W., Carignano, L. y D'Angelo, P.; 2013: "Un nuevo método de marcación de cortas en bosques irregulares". Trabajo completo presentado en el "IUFROLAT - 3er Congreso Forestal Latinoamericano". San José de Costa Rica, junio de 2013.

Navall, M., Cassino, W., Carignano, L. y D'Angelo, P.; 2013b: SilvoINTA: una aplicación móvil para asistir la silvicultura de bosques irregulares. IV Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Iguazú.

Navall, M; López, R., 2021. Para no perderse en el monte: algunas recomendaciones para guiar el rolado de baja intensidad o la apertura de picadas con rolo en montes nativos. Artículo de divulgación.

<https://inta.gob.ar/documentos/para-no-perderse-en-el-monte-algunas-recomendaciones-para-guiar-el-rolado-de-baja-intensidad-o-la-apertura-de-picadas-con-rolo-en-montes-nativos>

Nienaber, G., 1999. Stand and tree dynamics in uneven-aged Interior Douglas-fir stands Faculty of Forestry, Msc Thesis, University of British Columbia.

O'Hara, K.; Gersonde, R.; 2004. Stocking control concepts in uneven-aged silviculture. Forestry: An International Journal of Forest Research, Volume 77, Issue 2, 1 January 2004, Pages 131–143, <https://doi.org/10.1093/forestry/77.2.131>

Observatorio Forrajero Nacional, Sistema Nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos, sitio web:

<http://produccionforrajes.org.ar/>

Oliver, C. D.; Larson, B. C., 1996. Forest stand dynamics: updated edition. College of Forest Resources, University of Washington, Seattle, WA, USA. 520 pp.

- Pérez H. 2005, Características de las especies forrajeras adaptadas a las condiciones del NO del país, En Jornada "Forrajes 2005". INTA, EEA Manfredi, Córdoba, 6 pp
- PERI P.L, LÓPEZ D.R., RUSCH V.; RUSCH G.M.; ROSAS Y.M.; MARTÍNEZ PASTUR G. (2017). State and transition model approach in native forests of Southern Patagonia: linking ecosystemic services, thresholds and resilience. *Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*; 13: 105-118.
- PERI, P. L., MARTÍNEZ PASTUR, G. J., RUSCH, V. E., LOPEZ, D. R., & RUSCH, G. M. (2015). Un marco ecológico para establecer márgenes de manejo de sistemas silvopastoriles. 2-El caso de ñirantales de Patagonia Sur, Argentina.
- Rejžek, M., R. D. Coria, C. Kunst, M. Svátek, J. Kvasnica, M. Navall, R. Ledesma, A. Gómez, and R. Matula. 2017. To chop or not to chop? Tackling shrub encroachment by roller-chopping preserves woody plant diversity and composition in a dry subtropical forest. *Forest Ecology and Management* 402:29–36.
- Renolfi, R. 2009. Sistemas Silvopastoriles: 1 Bases conceptuales ventajas y problemas. Primer seminario de ganadería Santiagueña. PP. 141-149. Editor PROFIP.
- Rhodes, A. C., Plowes, R. M., Goolsby, J. A., Gaskin, J. F., Musyoka, B., Calatayud, P. A., ... & Gilbert, L. E. 2021. The dilemma of Guinea grass (*Megathyrus maximus*): a valued pasture grass and a highly invasive species. *Biological Invasions*, 1-17.
- RUSCH, V. E., LÓPEZ, D. R., CAVALLERO, L., RUSCH, G. M., GARIBALDI, L. A., GROSFELD, J., & PERI, P. (2017). Modelo de estados y transiciones de los ñirantales del NO de la Patagonia como herramienta para el uso silvopastoril sustentable. *Ecología austral*, 27(2), 266-278.
- Salado, E., Cornacchione, M., Fumagalli, A. 2004. Suplementación con semilla de algodón a terneras pastoreando gramíneas tropicales diferidas. 27° Congreso Argentino de Producción Animal. (10 PP. 20-22), 20 al 22 de Octubre de 2004. Tandil, Argentina.
- Saravia Sanchez, J.J. y Baez, P. 2021. Estimación de la condición corporal (CC) en vacas de cría para la toma de decisiones, establecimientos "El Sauce y El Tala" Ojo de Agua. En <https://inta.gob.ar/documentos/estimacion-de-la-condicion-corporal-cc-en-vacas-de-cria-para-la-toma-de-decisiones-establecimientos-el-sauce-y-el-tala-ojo-de-agua>
- Saravia Sanchez, J.J. y Piedrasanta, R. 2021. Recría de vaquillonas para servicio de otoño establecimiento "El Tesoro". En <https://inta.gob.ar/documentos/recria-de-vaquillonas-para-servicio-de-otono>

- Saravia Sanchez, J.J., Renolfi, R., Piedrasanta, R. 2017. Efecto de la suplementación en recría de terneras durante la estación seca en Santiago del Estero Argentina. 40° Congreso Argentino de Produccion Animal. Rev. Arg. Prod. Animal Vol. 37, Supl. 1: 173-243 p. 197. ISSN 2362-3640.
- Saravia Sanchez, J.J., Renolfi, R., Roldan Bernhard, S., Piedrasanta, R. 2018. Recría de Vaquillonas en un Sistema Silvopastoril en Bosque Nativo en el Semiárido Santiagueño. Actas. IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles Villa la Angostura, Neuquén Argentina 31 de Octubre al 2 de Noviembre 2018. Editores: Verónica Rusch; Gonzalo Caballé; Santiago Varela, Juan Pablo Diez. 1ª ed. San Carlos de Bariloche: Ediciones INTA, 2018. pp. 285-293. (749 p) Libro digital ISSN: 1667-4014.
- Saravia Toledo, C. 1985. La tierra pública en el desarrollo futuro de las zonas áridas: estado actual y perspectivas. p. 115-140. Memorias IV Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. Orientación Gráfica Editora, Bs. As.
- SARMIENTO M., BRASSIOLO M., ARAUJO P., ITURRE M., LÓPEZ D.R., CARRANZA C., ALAGGIA F., et al. (2021). CAPITULO 10: PARQUE CHAQUEÑO. En: Silvicultura de Bosques Nativos de Argentina (Eds.: Peri; Martínez Pastur; Chauchard; Schlichter). Ediciones INTA/Ministerio Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Tongway, D., & Hindley, N. (2004). Landscape function analysis: a system for monitoring rangeland function. African journal of range and forage science, 21(2), 109-113.
- Whitman, R. W. 1975. Weight change, body condition and beef-cow reproduction. Ph.D. Dissertation, Colorado State Univ., Fort Collins.

Argentina **unida**



Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible
Argentina