

Bases para el manejo de bosques nativos con ganadería en Patagonia Norte

Parte I

Veronica Rusch & Santiago Varela



INTA | Ediciones

Colección
RECURSOS

Bases para el manejo de bosques nativos con ganadería en Patagonia Norte

Parte I

Veronica Rusch & Santiago Varela
(Compiladores)



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Ediciones INTA

Estación Experimental Agropecuaria Dr. Grenville Morris" (EEA Bariloche)

2019

634.0.2 Bases para el manejo de bosques nativos con ganadería en Patagonia Norte : parte I /
B29 compiladores Verónica Rusch ; Santiago Agustín Varela. – Buenos Aires : INTA Ediciones,
2019.
160 p. : il.

ISBN 978-987-8333-17-5 (digital)

i. Rusch, Verónica, comp. – ii. Varela, Santiago Agustín, comp.

BOSQUE PRIMARIO – GANADERIA – SISTEMAS SILVOPASCICOLAS – REGION PATAGONICA –
BOSQUE NATIVO

INTA - DD

*Este documento es resultado de financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto,
queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.*

Diseño:

Santiago Varela

Grupo de Gestión de la Información. INTA EEA Bariloche.

Ilustración de tapa:

Ronaldo Varela

Este libro

cuenta con licencia:



Contenidos

Prologo	9
Capítulo I. Marta Madariaga; Pablo Laclau; Pablo Valiña.	
Introducción a los sistemas silvopastoriles y ganadería en bosques. Base ambiental y contexto social	13
Los bosques de la región	17
Áreas naturales protegidas	18
Zonificación de los bosques según la Ley 26.331 de Presupuestos	
Mínimos de Protección Ambiental para los Bosques Nativos	20
El contexto del cambio climático en la región	21
Sistema humano	25
El origen de los asentamientos de la región	25
Comunidades originarias	26
Migración rural – urbana	27
Distribución de la población actual	27
Sistema productivo	28
La problemática de la tierra	28
Sistemas de ganadería en bosque	30
Aspectos teóricos. Las principales interacciones que se producen en	
Sistemas Silvopastoriles	34
Interacciones árboles – pastos	34
Interacciones árboles – ganado	37
Efectos generales del uso ganadero	39

Capítulo II. Santiago Varela; Verónica Rusch.	
Dinámica y productividad de los bosques	43
Introducción. Bases conceptuales	
La ocupación del espacio por las especies arbóreas	43
Manteniendo la estructura	48
Distribución actual, composición y dinámica de bosques y matorrales de la región	50
Dinámica natural y respuesta a disturbios en los bosques de la región	59
Los bosques de Lengua	60
Los bosques de Coihue	61
Los bosques de Ñire	62
Los bosques de Ciprés de la Cordillera	62
Los bosques con Araucaria	63
Productividad de los componentes arbóreos del bosque	64
Cambios temporales en la productividad	68
Capítulo III. Verónica Rusch, Clara Fariña, Laura Borrelli, Andrea Cardozo.	
Los componentes forrajeros, sotobosque	70
A. Composición florística, productividad y dinámica del sotobosque	72
Sitio ecológico de Ñire	72
Bosque de Ñire con Caña Colihue.....	72
Bosque de Ñire con o sin Caña Colihue y con pastizal	72
Pastizal con Ñires dispersos y arbustos	76
Bosque mixto/matorral de Ñire con Laura y Retamo	77

Efecto de la arbustización en la productividad forrajera	78
Estepa herbácea/subarbustiva (acaenal)	79
Sitio ecológico de Roble Pellín	80
Bosque de Roble Pellín	80
Estepa gramínea	81
Sitio ecológico de Coihue-Ciprés de la Cordillera	81
Bosques de Coihue o Coihue-Ciprés de la Cordillera	82
Bosques mixtos bajos.	82
Sitio ecológico de Ciprés de la cordillera.	84
Bosque de Ciprés de la Cordillera	85
Sitio ecológico de Lenga	85
Bosque puro de Lenga	86
Bosque de Lenga abierto con pastizal	86
Sitio ecológico de Araucaria	87
Bosques altos con Araucaria	88
Araucaria y especies arbóreas acompañantes	88
Araucaria y matorrales	89
Otras comunidades vegetales	90
Mallines	90
Estepa gramínea de coirón blanco	91
B. Valor nutritivo del forraje: Calidad y dieta de herbívoros domésticos ..	93
Calidad nutritiva del forraje	93
Dieta.	95
Ganado bovino	95

Ganado ovino	95
Comparación entre especies ganaderas	99

Capítulo IV. Javier Gyenge; Verónica Rusch; Mariana Weigandt;

Santiago Varela.

Aspectos ambientales.	101
------------------------------------	-----

1. Suelo.	102
------------------------	-----

2. Agua- Conservación de los recursos hídricos.	107
--	-----

Dinámica de flujos de agua del balance hídrico y su relación con el manejo de la vegetación y el ganado.....	109
---	-----

¿Cuáles son los flujos que cambian cuando se reemplaza un bosque por un pastizal?	110
--	-----

El efecto del ganado doméstico.	110
--------------------------------------	-----

3. Biodiversidad.	113
--------------------------------	-----

Efectos del uso ganadero en la biodiversidad.	114
--	-----

Flora.	114
-------------	-----

Fauna.	115
-------------	-----

Desequilibrios en las comunidades naturales.	119
---	-----

Estrategias prediales.	120
-----------------------------	-----

4. Almacenamiento de Carbono.	123
--	-----

Capítulo V. Veronica Rusch, Santiago Varela.

Resumen de las principales pautas para el manejo de la vegetación en Sistemas Silvopastoriles	126
--	-----

Estrategias prediales	126
------------------------------------	-----

Valores especiales y biodiversidad	126
Conservación de suelo y agua	127
Productividad forrajera	128
Estrategias por tipo de ambiente	128
Aspectos productivos	128
Manejo de bosque	128
Uso del pastizal	130
Aspectos ambientales	132
Suelo	132
Agua	133
Biodiversidad	134
Carbono	134
Seguimiento de la evolución del sistema. Monitoreo	135
Evaluando que bosque conviene ser pastoreado	135
Potencial productivo de forraje	141
Formas de mantenimiento del estrato arbóreo	142
Factibilidad de instalación de las plantas por semilla	142
Factibilidad y costos de las prácticas para mantener el bosque	142
Servicios ecosistémicos (de provisión, de regulación, de soporte o culturales) que se pierden con la degradación o eliminación del bosque como resultado del uso ganadero.	143
Grupos de actores	143
Glosario	145
Bibliografía	146

Anexo I 152

Anexo II 153

Capítulo IV

Aspectos ambientales

Autores: Verónica Rusch; Javier Gyenge; Mariana Weigandt; Santiago Varela.

En términos ecológicos, al considerarse el “ecosistema bosque” se incluyen tanto las comunidades vegetales como animales, los componentes abióticos (agua, suelo y minerales) y todos aquellos procesos y funciones que los incluyan, así como también las interacciones entre estos. Al hablar de “ambiente” hacemos referencia a las estructuras y procesos del ecosistema bosque que no fueron contemplados al hablar de los componentes vegetales (del dosel arbóreo y del sotobosque, ver Capítulos I y II), pudiendo abordar en forma más simplificada la complejidad del ecosistema.

Un análisis global tendiente a valorar los Servicios Ecosistémicos¹ de los bosques, indica que, en muchos casos, una gran proporción del valor de los bosques provienen de los servicios ambientales, o sea los de regulación (almacenamiento de carbono, prevención de la erosión, control de la polución y purificación del agua), constituyendo muchas veces las dos terceras partes del valor económico total (TEEB, 2010). Por el contrario, la provisión de alimentos, madera, material genético y otros bienes dan cuenta de una menor contribución al valor total, a pesar de que estos son los beneficios sobre los que habitualmente se basan las percepciones de la relevancia económica de los bosques.

En función de estas consideraciones es que tendremos en cuenta al proponer manejos sustentables de los sistemas para la obtención de productos, aspectos ligados al ambiente. En este apartado consideraremos los aspectos de suelo, la provisión de nutrientes y la dinámica del agua (apartado Suelo y Agua); los componentes de fauna y aspectos particulares de la conservación de la flora (apartado Biodiversidad) y, brevemente, algunas consideraciones sobre los gases de efecto invernadero.

¹ Ver glosario

1. Suelo

Las características físicas, químicas y biológicas de los suelos son claves para comprender el mantenimiento de la productividad y otras funciones de los ecosistemas. Para una evaluación más detallada pueden separarse las características de los suelos que son claves en lo que hace a su funcionamiento y fertilidad, quedando así definidos tres grupos: (1) variables o aspectos físicos; (2) variables químicas y (3) variables biológicas.

En relación a *aspectos físicos*, en los Bosques Andino Patagónicos existe una diversidad de suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas (Andisoles), los cuales poseen una importante limitante para la productividad vegetal dado a su pedregosidad o texturas gruesas, y la profundidad efectiva determinada por este factor. En especial en áreas expuestas al viento, en las que la capa de partículas finas es reducida, los suelos poseen menor capacidad de retención de agua y menor contenido de nutrientes, siendo de menor calidad para árboles y sotobosque.

En relieves cóncavos, donde se acumulan materiales finos por arrastre, o sobre geoformas de lagos glaciares, pueden existir capas de arcilla a diferente profundidad (20-60 cm) que reducen la profundidad efectiva por anegamiento en invierno y primavera. En estas áreas, también es reducida la calidad del sitio para el componente arbóreo de la comunidad, pero en este caso, las especies herbáceas, con capacidad de explorar los horizontes más superficiales son beneficiadas por la mayor disponibilidad de agua (en especial las tolerantes a excesos hídricos). En ambas situaciones se presentan en general bosques con desarrollo escaso en comparación al potencial de cada especie (ej. Ñire de 4 a 7 metros de altura). En el segundo de los casos sin embargo, el pastizal posee alta productividad.

En áreas con suelo profundo (más de 2 m) es donde los bosques presentan su mayor desarrollo en altura (ej. Ñires de hasta 12-15 m y no más) y mayores tasas de crecimiento. La estructura de estos suelos es débil, muchas veces asociada con mayores contenidos de materia orgánica; y la porosidad (determinante de propiedades como la capacidad de retención hídrica, aireación y drenaje) está ligada a la textura.

La fertilidad física natural de los sitios se puede ver reducida por erosión hídrica o eólica o por compactación, como puede notarse en algunos sitios de bosque de Ñire secos, abiertos con pastoreo, que cambian su densidad aparente de 0,6 a 0,9 g/cm³ (Anexo I).

Otro aspecto a tener en cuenta ligado a la escasa estructura que presentan los suelos de la región, es la susceptibilidad a la erosión, en especial a la erosión hídrica en suelos con pendientes. Si bien la variable crítica para evaluar la erodabilidad del suelo sería la cobertura vegetal, la misma está asociada negativamente con la materia orgánica del mismo, y el contenido de materiales amorfos (La Manna et al., 2013). Suelos con alto contenido de materia orgánica son menos erosionables, lo mismo que suelos en los que los alofanos aún no se han convertido a materiales cristalinos.

Implicancias para el manejo: Dependiendo de la textura de los suelos, la compactación por tránsito de animales en ocasiones puede tener efectos nocivos sobre la aireación. A su vez, esto puede no perjudicar la disponibilidad de agua y nutrientes². El efecto de la presión que se observa mayormente en los 5 a 10 cm superficiales, es la eliminación de los poros de mayor tamaño (llenos de aire), lo cual incrementa la densidad aparente. Este efecto puede aumentar la capacidad de retención de agua de los suelos, al reemplazar los poros de mayor tamaño, por poros de menor tamaño (Sharrow, 2007). Sin embargo, el ganado puede tener efectos negativos indirectos sobre los árboles por efecto de compactación del suelo, sobre todo en sistemas silvopastoriles instalados sobre suelos plásticos y con alto tenor de humedad. En las áreas con pendientes, debe cuidarse el mantener altas coberturas de vegetación y altos contenidos de materia orgánica, evitando el tránsito de animales de gran tamaño.

² Al incorporar al suelo virgen un uso del tipo ganadero se produce su asentamiento. La pérdida de espacio poroso afecta a las fracciones de poros gruesos, mientras que las medias y finas aumentan. Con una mayor intensidad de uso del suelo, aumenta la variación estacional de la morfología del espacio poroso. Las curvas de consolidación en los sitios menos intervenidos son primarias, con el incremento de uso del suelo éstas se transforman en secundarias. Esto va asociado con un aumento en la capacidad de soporte, la resistencia a la penetración y de la cohesión estructural. La disminución de la estabilidad al agua de los agregados en los sitios más intervenidos se asocia a modificaciones cuantitativas y cualitativas de la materia orgánica del suelo. El suelo en los sitios más intervenidos se hidratan y desmoronan fácilmente. (Ellies, 1995).

En cuanto a la *fertilidad química*, la productividad primaria neta (PPN) está condicionada por los nutrientes en la mayoría de los bosques templados del mundo. Los suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas presentan alofanos, y por ende alta capacidad de retención de nutrientes como aspecto positivo, aunque carecen de estructura y adsorben fuertemente el fósforo tornándolo poco disponible. Con el tiempo, la acción de distintas variables ambientales como también el efecto de incendios, transforman estos materiales originales en arcillas cristalinas, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes. En los bosques de esta región, si bien el fósforo (P) sería el macronutriente menos disponible por la alta adsorción de los suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas, la presencia de ecto y endomicorrizas (asociadas a prácticamente todas las especies arbóreas), o raíces en racimo en Radal y Notro, que facilitan su absorción, determinan que el P no sea el principal nutriente limitante. En las áreas de mayores precipitaciones, estos suelos evolucionan originándose formas de aluminio (Al) activas que presentan fuerte adsorción de P.

En zonas con precipitaciones medias, o con alto contenido de P orgánico existe una mayor disponibilidad de este elemento, como hallara Satti (2007) en el extremo más seco del gradiente de estos bosques de norpatagonia, asociado a su vez con alta concentración de cationes intercambiables, siendo evidente el efecto de las precipitaciones.

Bajo estas condiciones es el nitrógeno el nutriente que se torna más limitante para la productividad de todas las especies arbóreas (Diehl et al., 2003; Gargaglione y Bahamonde, 2010), dado que su fuente principal es la fracción orgánica del suelo (materia orgánica). Las pérdidas de este nutriente se pueden dar por reducción de dicha materia orgánica. A su vez, una vez mineralizada los nitratos formados son fácilmente perdidos por el drenaje profundo (lixiviación o volatilización). En el Anexo I se presentan también valores de parámetros químicos en suelos típicos de ñirantales.

En referencia a las estrategias de uso de nutrientes por las especies arbóreas de la zona, algunas especies presentan bajos requerimientos (como el ciprés de la cordillera). Otras especies, presentan una alta permanencia del follaje (Radal, maitén, Coihue). En otros casos las especies presentan una estrategia de mayor consumo, pero se produce reabsorción de nutriente por la planta en el momento de la senescencia (Ñire, Lenga, Raulí y Roble Pellín).

Implicancias para el manejo: La transformación de áreas de bosques densos en sistemas silvopastoriles o pastizales (Laclau, 2003) pueden conducir a la pérdida de P extraíble y modificaciones de los patrones de mineralización de N (predominio de nitrato sobre amonio), favoreciéndose las pérdidas por volatilización y por lixiviación como se ha observado en la transformación de bosques densos de Ñire (*Nothofagus antarctica*) a sistemas silvopastoriles en Tierra del Fuego (Mazzarino et al., 1998 en Satti 2007). Los balances de materia orgánica estarán también ligados a la posibilidad de un manejo que promueva el aporte de raicillas en los horizontes superficiales por parte de los pastos.

En relación a la "calidad" del mantillo aportado por las diferentes especies arbóreas, (evaluado como N mineralizado por unidad de N total del suelo), se encontraron los menores valores en coníferas y *Lomatia hirsuta* (1,6-2,0) y los mayores en *Maytenus boaria* y las especies de *Nothofagus* (2,8-4,5) (Satti, 2007). La menor calidad aparece relacionada con alta concentración de lignina (*L. hirsuta*) o alta relación lignina/N en hojas senescentes (coníferas) (Diehl et al., 2003). Esto coincide con la mayor parte de los trabajos en bosques templados que indican que las coníferas presentan mayor conservación de nutrientes, menor crecimiento y menor producción de hojarasca que las latifoliadas deciduas, lo que determina un lento reciclado de nutrientes. La tasa de mineralización en los bosques de las tres coníferas de la región (ciprés de la cordillera, Araucaria y alerce) y en el Radal (*L. hirsuta*) es menor que en los bosques de las otras especies de hoja ancha (Ñire, Lengua, Raulí, roble, Coihue y maitén) (40–77 vs. 87–250 mg N kg después de 16 semanas de incubación, Satti et al., 2003).

En estudios sobre Ñire, los compartimientos del árbol de hojas, corteza y ramas finas fueron los que presentaron mayor concentración de nutrientes (Peri et al., 2016), por lo que es importante mantenerlos en el sistema o considerar su pérdida (en el Anexo I se presentan valores de concentración de nutrientes en los diferentes compartimientos para el caso de Ñire). En estos casos la remoción del follaje puede ser relevante en la disponibilidad de nutrientes para todo el sistema (Diehl et al., 2003). A su vez, en sitios secos, las restricciones hídricas y no la disponibilidad de nutrientes en el suelo, serían el principal factor limitante para la absorción de nutrientes (Gargaglione et al., 2010 para Ñire en Patagonia sur).

En lo que se refiere a las especies herbáceas, se ha demostrado en ensayo de fertilización que los pastizales bajo sombra de Ñire aprovechan más eficientemente los nutrientes aplicados que a cielo abierto (Peri et al., 2016).

Hansen y colaboradores (inédito, 2004, proyecto regional INTA) observaron, en ñirantales bajo pastoreo de la zona de Lago Rosario, que en los sitios donde el canopeo se ha abierto, la materia orgánica es 20% menor que los sitios con canopeo más denso en ambientes secos y del 10% en ambientes húmedos. Aunque este cambio no se refleja en el contenido de N, principal nutriente asociado. En la misma zona Rusch et al., (2004) presentan evidencias de que los descensos de materia orgánica son más importantes en profundidad en los ambientes secos y en ambos ambientes –secos y húmedos- son grandes las reducciones de mantillo y de P disponible especialmente en la capa superficial. También resaltan los altos tenores de calcio en los primeros 25 cm de suelo en los ambientes más secos y cerrados, que se reducen significativamente en las áreas abiertas sin bosque, aunque sin alcanzar valores deficitarios para el normal desarrollo de la vegetación.

Implicancias para el manejo: Al realizar los raleos y cortas del bosque, se aconseja mantener las ramas finas y hojas en el sistema (y si fuera posible la corteza), para evitar exportaciones de nutrientes innecesarias.

En lo que respecta a la *fertilidad biológica* del suelo, ya se ha mencionado la relevancia de las ecto y endomicorrizas asociadas a las especies arbóreas para la absorción de nutrientes, en particular el fósforo. A su vez, la capacidad de liberación de nutrientes, la mineralización, está regulada por el tamaño de la población microbiana y su actividad. Satti (2007) determinó que, para los diferentes bosques, no existen limitaciones para la producción y actividad potencial de los microorganismos nitrificadores y es justamente en la biomasa microbiana que se conserva el N, reduciendo las pérdidas por lixiviación o denitrificación, pero reteniéndolo a su vez en formas lábiles, es decir, fácilmente disponibles para las plantas (Vitousek y Matson, 1985 en Satti, 2007).

2. Agua- Conservación de los recursos hídricos

Efecto de los cambios de la fisonomía en el balance hídrico. Relación con el patrón geográfico y temporal de las precipitaciones:

Como ya mencionamos en la introducción, la región N.O. de la Patagonia se caracteriza por presentar un gradiente pluviométrico marcado en el sentido Oeste-Este generado por la presencia de la Cordillera de los Andes, así como una fuerte estacionalidad de las precipitaciones.

Con respecto al gradiente pluviométrico, la precipitación media anual puede variar desde los 3000 a los 1000 mm en 50 km en el área de bosque (Puerto Blest-Bariloche) o desde los 1000 hasta 200 mm en un rango de 90km en el ecotono bosque- estepa (Jobbágy et al., 1995). La presencia de bosques y pastizales siguen este gradiente de precipitación, observándose en mayor medida, bosques en la región más húmeda y pastizales en la más seca. La mayor disponibilidad de agua está dada por la interacción entre la precipitación media anual y la profundidad de suelos. Las diferencias en la evapotranspiración entre los distintos ecosistemas vegetales se explican a partir de las diferencias biológicas (fisiológicas) y físicas que determinan esta capacidad diferencial de hacer uso del agua. Así, en la Fig. 37a se muestra la evapotranspiración anual de un bosque con el 100% de cobertura y de un pastizal. A partir del modelo de distribución de las precipitaciones realizado por Jóbágy et al. (1995) y aplicando el modelo de evapotranspiración de los ecosistemas desarrollado por Zhang et al. (2001), es posible predecir que por la cantidad de agua que llega a esta región como precipitaciones, ninguno de los dos ecosistemas, bosque o pastizal, pueden hacer un uso total de las precipitaciones (Fig. 37 a y b). De manera lógica, en los sitios de mayor precipitación el volumen de agua excedente sería mayor. Esto quiere decir que cualquier intervención que se realice en el bosque y que disminuya su cobertura incrementará los excesos hídricos del sitio, y que éstos serían mayores en los sitios de mayor precipitación.

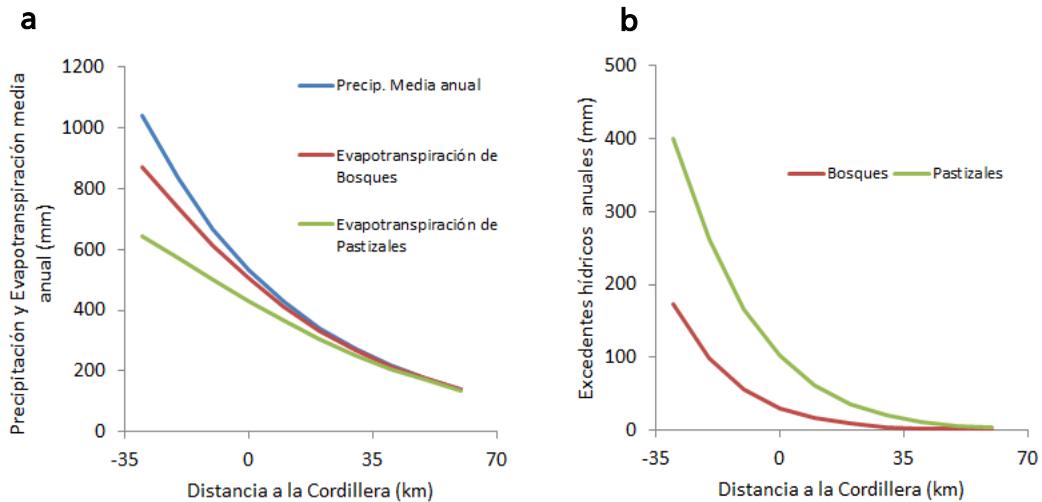


Figura 37. a) Estimación de la precipitación media anual utilizando la ecuación de Jobbágy et al (1995) y la evapotranspiración media anual de bosques con 100% de cobertura y pastizales aplicando la ecuación de Zhang et al. (2001) en relación a sitios ubicados al este (valores positivos) y oeste (valores negativos) de las cadenas montañosas de Cholila, Leleque, Esquel, Cerro Nahuel Pan, Sierra Colorada y Cordón Kakel. b) Estimación de los excedentes hídricos aplicando (precipitación – evapotranspiración media anual) utilizando la ecuación de Zhang et al. (2001).

Otro punto importante se refiere a que en el NO de la Patagonia el 70% de las precipitaciones ocurren principalmente en otoño e invierno (Jobbágy et al. 1995). Dado que en la región, durante los meses fríos el balance hídrico es más positivo, los mayores caudales de los cursos de agua se producen a finales del invierno o primavera (Lara et al. 2008), momento en que existe una baja evaporación así como también, un escaso uso del agua por la vegetación ya que muchas de las especies forestales de la región no poseen hojas en el mencionado período. En muchas situaciones, si bien el balance anual es positivo, esta estacionalidad de las lluvias, hace que existan deficiencias hídricas en los períodos críticos, especialmente en los lugares más secos. Esto se ve agravado por el cambio climático que, en el área de estudio ha determinado un incremento de la temperatura y una reducción de las precipitaciones.

Ahora bien, cuando hablamos de excedentes hídricos tenemos que diferenciar los distintos caminos que pueda tomar esta agua que egresa de un sistema y que conforman el balance hídrico del sitio.

Implicancias para el manejo: Estos modelos indican que la intervención (como poda, raleo o tala rasa) de los bosques produciría un aumento de los excesos hídricos, sobre todo aquellos ocurrido durante el invierno y primavera, que podrían traducirse en algún tipo de erosión hídrica dependiendo el tipo y magnitud de flujo de agua afectado. Estos se incrementarían con elevada pendiente y con baja cobertura de la vegetación. Mantenga el suelo con la mayor cobertura vegetal posible, evite cambios drásticos de cobertura arbórea en especial en áreas con pendiente.

Dinámica de flujos de agua del balance hídrico y su relación con el manejo de la vegetación y el ganado

El agua puede ingresar a un ecosistema a partir de las precipitaciones o depender de los flujos de agua líquida en el suelo que escurren de manera superficial o sub superficial (Fig.38). El agua de las precipitaciones atraviesa el dosel de la vegetación, donde una parte es interceptada por el follaje y se evapora. Así, el agua restante que llega al suelo (translocación) generalmente es inferior al de las precipitaciones. Una vez que llega al suelo, parte de la misma puede salir del sistema como vapor o como flujos superficiales o sub superficiales, mientras que otra proporción puede drenar a porciones del suelo donde las plantas no pueden acceder (drenaje profundo), quedando parte de la misma almacenada en el suelo.

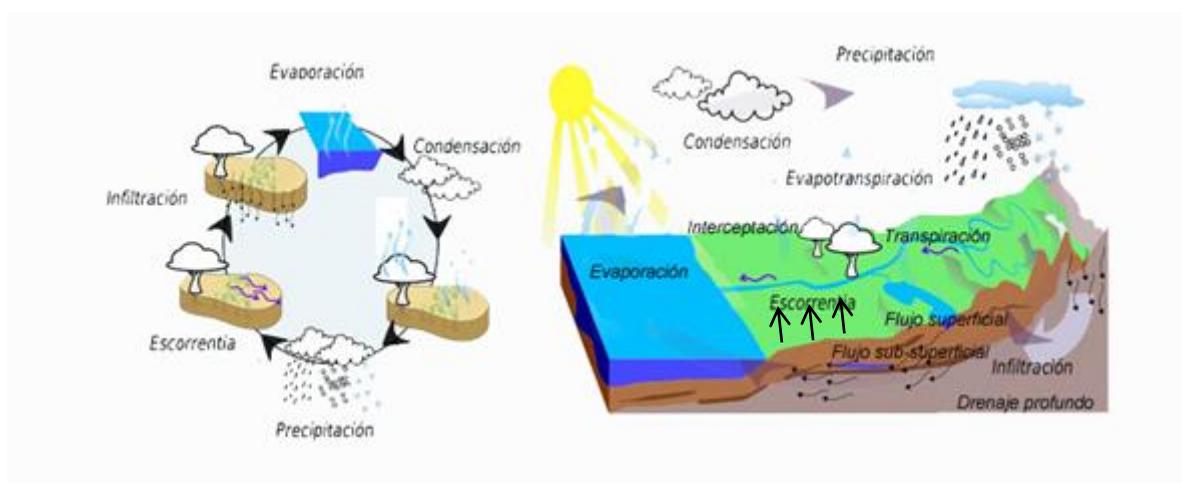


Figura 38. Flujos de agua que componen el balance hídrico.

¿Cuáles son los flujos que cambian cuando se reemplaza un bosque por un pastizal?

En principio, la interceptación de las precipitaciones es muy inferior en un pastizal que en un bosque, por lo que el aumento de este flujo impactará sobre los flujos de salida de manera positiva. Por otro lado, la presencia de árboles y sus restos confieren una mayor rugosidad que disminuye la velocidad de los flujos superficiales.

Esta menor velocidad influye positivamente la capacidad de que el agua ingrese al suelo (infiltración). Si bien cuando se reduce la cobertura vegetal el suelo se ve rápidamente afectado por el incremento de la escorrentía (Molina et al., 2007), la velocidad de los flujos superficiales y sub superficiales, así como la del drenaje profundo, determinan la rapidez con la que los cauces responden a un evento de precipitación generando cambios en su caudal. De esta manera, se denomina “tiempo de espera” al período registrado entre el evento de precipitación y el “pico de descarga”, o máximo caudal respecto a un “flujo basal” que es alcanzado luego del evento (Fig. 39). Así, mientras mayor sea la degradación del suelo (suelos decapitados, por ejemplo) menor será la posibilidad de sostener una cobertura vegetal, generándose una retroalimentación positiva que incrementa la erosión y la respuesta hidrológica (menor tiempo de espera) a un evento de precipitación (Fig. 39). Tal como menciona Roa García et al. (2011), la transformación de las cabeceras de las cuencas hidrológicas de bosques y humedales (mallines en el caso patagónico) a pastizales, reducen la capacidad de regulación de los flujos hídricos, disminuyendo el tiempo de residencia del agua en dichos sistemas.

El efecto del ganado doméstico

El pastoreo intensivo del ganado impacta de manera directa mediante la herbivoría selectiva de la vegetación, alterando las especies originariamente presentes; el pisoteo del suelo, modificando la estructura del mismo, aumentando su densidad aparente y disminuyendo su porosidad y por tanto disminuyendo la capacidad de retención de humedad (Morris y Jensen, 1998).

Adicionalmente, la entrada de nutrientes a través de las excretas (Coffin y Lauenroth, 1988; Archer y Smeins, 1991; Collins et al., 1998).

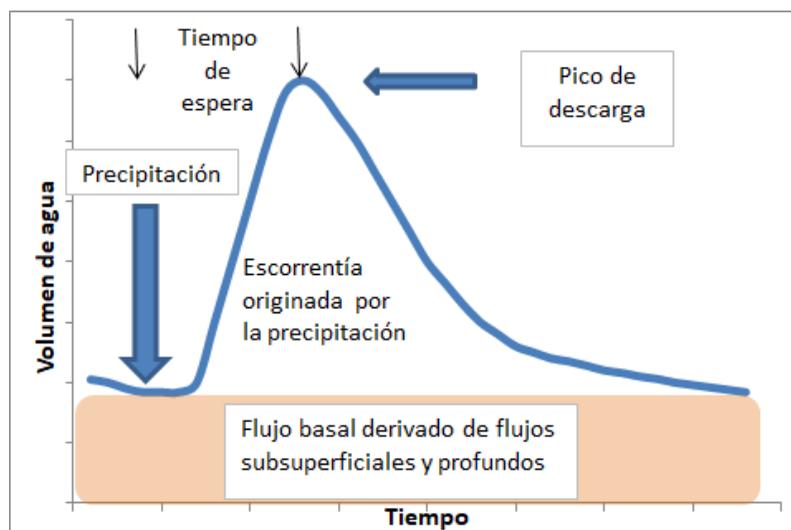


Figura 39. Curva de respuesta de un curso de agua en relación a un evento de precipitación.

Uno de los ambientes particularmente afectados por la actividad ganadera en la región son los mallines que, aunque se observen ciertas singularidades lo que hace difícil una generalización, se generan ciertos patrones que en llevan a un deterioro en su funcionamiento. A su vez, los cursos y cuerpos de agua son de alto valor por la importancia del agua como recurso de consumo humano y animal.

Otro elemento importante a tener en cuenta son los lugares de concentración y alta densidad de tránsito de los animales. Los sitios de acceso del ganado a los cursos de agua son importantes puntos de generación de sedimentos y nutrientes provenientes de las heces. Por ejemplo, Tufekcioglu et al., (2013) estimaron que el 72% de los sedimentos en suspensión y el 55% del fósforo de un curso provinieron de una superficie inferior al 3% que se correspondió con el lugar de acceso de los animales.

Esto sugiere que debería prestarse especial atención a los sitios en donde los animales acceden a los cursos de agua, evitando que los mismos ingresen de manera indiscriminada alterando no sólo la calidad de agua, sino también las riberas y la vegetación ribereña que cumple una importante función de reducción de la velocidad de los cursos de agua³.

Miserendino (s/f) propone la consideración de 10 variables de fácil evaluación visual, que definen la calidad de un curso de agua de montaña: la estabilidad de su ribera, el ancho de la vegetación riparia, la protección de la ribera por plantas nativas, la presencia de hábitats adecuados para la colonización de fauna (ramas, troncos, rocas, socavones), grado de enterramiento de rocas del fondo, frecuencia de rápidos, curvas y meandros; la presencia de ambientes de diferente velocidad de agua y profundidad, combinados; alteración del canal; deposición de sedimentos y flujo del cauce (proporción del cauce con agua). El mantenimiento de estos aspectos será necesario para sostener su calidad.

A su vez, la composición química o biológica de un curso puede verse afectada por impactos aguas arriba, que pueden contaminar al mismo con sedimentos, minerales, patógenos u otro organismos.

Problema emergente: La pérdida de cobertura vegetal y el incremento de la compactación de suelos como producto del pisoteo del ganado generarían una mayor escorrentía superficial, lo que disminuiría el tiempo de espera y aumentaría la respuesta (volumen de agua) ante un evento de precipitación. Esto podría llevar a una pérdida de suelo que impactaría sobre la productividad vegetal. En casos de ambientes como mallines el pisoteo podría generar la rotura de la estructura del suelo generando cárcavas y un punto de inflexión en el sistema con el consiguiente drenaje del agua repercutiendo directamente en la pérdida del mallin como zona de reserva de agua.

³ En concordancia con el punto "7" del "Acuerdo general regional sobre los principios y lineamientos patagónicos para el manejo de bosques con ganadería integrada (MBGI) en concordancia con la Ley N 26.331" que expresa: "Se recomienda que los planes de MBGI cuenten con un diseño apropiado de aguadas para lograr un uso productivo eficiente sin perjuicio del funcionamiento del bosque..."

Implicancias para el manejo: Es importante evitar el pastoreo sobre zonas anegadas, que produciría una mayor compactación y pérdida de la escasa estructura del suelo. Es importante mantener coberturas arbóreas que mejoren la infiltración del agua y reduzca la escorrentía superficial. Es importante evitar el acceso de los animales a los márgenes de cuerpos y cursos de agua, para evitar la destrucción de los taludes y la contaminación bacteriológica y química por heces y orina, empleando bebederos alejados.

3. Biodiversidad

Los estudios de resiliencia del planeta han llegado a la conclusión de que la pérdida de biodiversidad es el problema más grande que afecta la estabilidad del mismo (Rockström et al., 2009). Los roles funcionales de la biodiversidad sin embargo, no siempre son claros y las interrelaciones entre especies son poco conocidas. Es por ello que se aplica el principio de precautoriedad⁴ al abordar los problemas relacionados con la pérdida de biodiversidad. En este contexto, entonces, se podría clasificar la biodiversidad de los sistemas en estudio en aquella que se sabe es de suma relevancia para el mantenimiento de la estabilidad de dicho sistema por un lado, y aquella que no tiene un rol conocido de relevancia particular para el sistema productivo analizado, pero que debe ser mantenida para sostener entramados funcionales a otras escalas e incluso por el principio precautorio.

En el primer caso podremos enfocarnos en el rol de la biodiversidad para el sostén de diversas actividades en el predio rural o la zona, y en el segundo, tomaremos en cuenta otras estrategias de escalas regionales e incluso planetarias, pero que también requieren su aplicación en determinados predios. Ejemplo de este último caso son los predios que están en zonas de hábitat de especies amenazadas de extinción, o sitios de alto valor de conservación por poseer endemismos.

Las descripciones generales de la biodiversidad de la región pueden ser consultadas en diversas publicaciones (Tecklin et al., 2002; Funes et al., 2006, Rusch et al., 2015).

⁴ Ver glosario

Será importante, a partir de las mismas, comprender cuales son los cambios que esta sufre con diversos tipos e intensidades de uso silvopastoril para, de ese modo, poder plantear un diseño de manejo a escala de sitio, y de predio, que permita cumplir con los objetivos de conservación a escalas de paisaje y regionales.

Por ello hemos dividido esta sección en dos partes: 1) los efectos del uso ganadero en la biodiversidad (para comprender los efectos puntuales de los manejos de los lotes), y 2) las estrategias prediales (para entender cómo integrar manejos puntuales en el predio, y su relación con el valor regional del mismo).

Efectos del uso ganadero en la biodiversidad

Flora

Resumiendo lo que se ha presentado en los capítulos de bosque y sotobosque, el pastoreo promueve la instalación de pastos exóticos, y reduce otras herbáceas nativas, en su mayoría no adaptadas al pastoreo. En el caso de la caña coligue (*Chusquea culeou*), es una poácea arbustiva que constituye el principal forraje de invierno en los bosques donde se la encuentra, su reducción y posterior pérdida se debe al sobrepastoreo. A su vez, el pastoreo; elimina o reduce sustancialmente los renovales de especies arbóreas y promueve el mantenimiento de arbustos espinosos no palatables, tales como *Berberis* spp. (Rusch et al., 2004, 2017). La formación de un tapiz de pastos introducidos adaptados al pastoreo dificultaría, a su vez, la germinación de las semillas de las especies naturales del lugar. En estos sistemas boscosos el pastoreo transforma, con el tiempo, la fisonomía del ambiente: que pasa de ser un bosque a una sabana y, posteriormente, un pastizal. La corta para madera o leña superpuesta al uso ganadero, aceleraría este cambio, que corresponde no solo con modificaciones de la diversidad estructural, sino también, cambios sustanciales de composición.

Como ejemplo, en bosques de Ñire puros en Río Negro con mínimo disturbio, el sotobosque se halla dominado por caña (*Chusquea* spp.), acompañado por arbustos nativos del genero *Ribes* spp., *Berberis darwinii*, *Schinus patagonicus*, y en menor medida herbáceas como *Viola reichei*, *Fragaria chiloensis*, *Vicia nigricans* o *Acaena ovalifolia*.

En bosques alledaños abiertos y pastoreados dominan en la composición especies introducidas adaptadas al pastoreo como *Trifolium repens* y *Holcus lanatus*, complementándose con *Hypochaeris* spp., *Taraxacum officinale*, *Elymus gayanus*, *Osmorrhiza* spp. y *Berberis buxifolia* como especies más conspicuas. (Rusch, datos no publicados), composición similar a otros bosques altos pastoreados de Chubut (Rusch et al., 2004).

En bosques de Lengua sin pastoreo, por ejemplo, las especies de mayor constancia halladas son *Acaena ovalifolia*, *Adenocaulon chilense*, *Berberis serrato-dentata*, *Alstoemeria aurea*, *Vicia nigricans*, *Ribes magellanicum* y *Osmorrhiza chilensis*-. En ambientes pastoreados, en cambio, dominan *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, *Polygonum aviculare*, *Erodium cicutarium*, *Plantago lanceolata*, y *Cirsium vulgare* (Rusch, 1989).

Implicancias para el manejo: Si requiere forraje de invierno, regule la carga para evitar la pérdida de la caña. No olvide que el pastoreo eficiente del forraje determinará la imposibilidad de regeneración de las especies arbóreas. Plantee el mecanismo para establecerla.

Fauna

Los cambios estructurales que se producen al transformar un bosque en un pastizal, modifican el hábitat necesario para las aves. La reducción del sotobosque arbustivo produce la desaparición de especies de aves, como el chucao (*Scelorchilus rubecula*) y huet-huet (*Pterotochos tarnii*), ambas insectívoras del suelo, consideradas funcionales claves (Aizen et al., 1999). Un modelo de hábitat del chucao (Rusch y Lantschner, 2006) demuestra que la presencia de caña coligue es determinante para la presencia del ave, pero ante su ausencia la cobertura del estrato arbustivo es el mejor indicador de calidad de hábitat, siendo necesario más de 30% de cobertura en ambientes más secos, aunque en ambientes húmedos, 18% representa asimismo un ambiente de utilidad. En un estudio en bosques de Ñire pastoreados en la zona de Lago Rosario, Rusch et al., (2004) hallaron que los sitios abiertos y húmedos fueron los de mayor riqueza de aves (número de especies), mientras que los cerrados y secos fueron los más pobres ($p < 0,027$). Los húmedos abiertos, además, fueron los más variables.

Las densidades, en cambio, fueron semejantes en todos los ambientes. Al comparar los datos hallados de ñirantales húmedos con sistemas poco usados se observa un cambio gradual de las especies entre un bosque no alterado, el bosque cerrado y el bosque abierto. Especies como el churrín, huet-huet, y el chucao que requieren de un ambiente arbustivo denso, están presentes en los ambientes no alterados y algunas también en los bosques cerrados, pero desaparecen en los ñirantales abiertos. Se observa la misma tendencia con los sondeadores de troncos, que desaparecen para ser reemplazados por especies que requieren de espacios abiertos para capturar su alimento, como los halconeadotes y recolectores del suelo. Una excepción a esta tendencia es la del pitio, especie altamente generalista.

Con respecto a los ñirantales secos, no se cuenta con datos de comunidades no alteradas para comparar. El bosque cerrado presenta una baja riqueza, y comparte todas sus especies, excepto el caburé grande, con el bosque abierto. Igual que en los bosques húmedos, aparecen en los ambientes abiertos especies que requieren de espacios abiertos, como los recolectores del suelo y recolectores del aire.

Los cambios observados entre los ambientes cerrados y abiertos implican una modificación de las especies, pero no de los gremios tróficos, observándose un reemplazo de especies. La mayor parte de las aves halladas en ambos tipos de bosques se alimentan de insectos, también hay una gran cantidad de omnívoros, y en menor proporción se encuentran granívoros y carnívoros. Especies generalistas como el estuvieron presentes en todos los tipos de ambientes en altas densidades, mostrando su gran capacidad de adaptarse tanto a los ambientes originales como a los alterados (semiabiertos). Todos los bosques cerrados presentaron una composición específica similar, más allá de las diferencias en la vegetación entre ambos sitios. No ocurrió lo mismo entre los bosques abiertos, los cuales presentaron grandes diferencias entre sí. A su vez, los cambios por apertura y pastoreo generan mayores cambios en los bosques húmedos que en los secos. Diferente fue la situación al estudiar cambios en los bosques que incluyeran sitios en los que hubiera ocurrido la pérdida del estrato arbóreo, también desaparecen especies de hábitos arborícolas y las comunidades de aves cambian marcadamente al pasar de un ambiente de bosque (cerrado o abierto) al de un pastizal.

Existen comunidades de especies de aves bien diferenciadas, las de bosques más alterados, donde dominan especies de ambientes abiertos y otra comunidad con especies de bosque para el resto de los tipos de vegetación con coberturas de bosque intermedias (Lantschner y Rusch, 2007). Los cambios estructurales de la vegetación, son más relevantes que los cambios en la composición de especies.

Trabajos previos (Rusch et al., 1999; Aizen et al., 1999), han propuesto que, en bosques de *Nothofagus*, diferentes estructuras y especies, serían claves para el funcionamiento del ecosistema. Estos son: la regeneración arbórea; aves insectívoras (de tronco el carpintero magallánico, de follaje el fio fio y el rayadito) y de suelo (el huet huet y el chucao); el picaflor rubí; *Bombus dalbohomi* y troncos de suelo. Manejos silvopastoriles que efficienten la producción forrajera; comprometen seriamente algunos de estos elementos. En estos ambientes se pierde el hábitat de insectívoros de suelo, disminuye la abundancia del abejorro *Bombus dahlbomii*, especie polinizadora de numerosas plantas nativas y se pierde la madera muerta en el suelo, que cumple funciones de refugio de fauna y fuente de alimentación de micro organismos, artrópodos y la fauna asociada.

Implicancias de manejo: Para favorecer la funcionalidad del sistema, es importante mantener cerca de los sitios transformados en sabana, áreas con la estructura de la vegetación natural; en especial en los que puedan habitar las aves.⁵

En relación a los mamíferos mayores (Marqués et al., 2011), una de las especies nativas que se habría perjudicado con la introducción de animales domésticos es el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), un ciervo autóctono amenazado y endémico de la región. Estudios recientemente realizados en Chile demuestran que, frente a la introducción de vacunos o la presencia humana, el huemul modifica sus patrones de uso de hábitat.

⁵ En concordancia con los puntos " 2 y 3" del " Acuerdo general regional sobre los principios y lineamientos patagónicos para el manejo de bosques con ganadería integrada (MBGI) en concordancia con la Ley N 26.331" que expresan "Los PMBGI mantienen un área exclusiva para la conservación de biodiversidad, el mantenimiento de la conectividad, preservación del acervo genético de las especies que ocupan el predio y el resguardo de la fauna asociada" y "Se destaca la importancia de todos los estratos que forman parte de la estructura vertical de un bosque como elementos vitales en el funcionamiento del ecosistema y del sistema productivo. En el mismo sentido y de manera particular, se destaca la funcionalidad del estrato arbustivo nativo en el ciclo de nutrientes, aporte de forraje, protección de suelos y biodiversidad, ciclo del agua, fuente de productos no madereros y de alimento y resguardo de fauna".

Con la posterior eliminación de ganado el huemul está recuperando sus patrones de uso de hábitat y comportamiento: La información disponible sugiere que la competencia por interferencia y los efectos indirectos asociados al manejo ganadero, caza y presencia de perros, podrían ser elementos claves en la interacción entre ambas especies. Adicionalmente, los estudios realizados sobre la especie en la Argentina también indican que el solapamiento invernal de la dieta y, por lo tanto, el potencial competitivo entre huemul y ovinos es mayor que con los vacunos, y que los patrones estacionales de migración altitudinal, internada en zonas bajas y veranada en zonas altas, podrían estar influenciados por la presencia de ganado, perros y otros disturbios asociados al manejo ganadero (Martínez, 2008; Vila et al., 2009, Vila et al., 2010).

Por último, también se ha sugerido que el riesgo de posible transmisión de enfermedades del ganado hacia este ciervo autóctono y el huemul es alto.

La ganadería extensiva en bosques también parece haber sido una de las causas de la disminución del área de distribución del pudú (*Pudu pudu*), en particular por su impacto directo sobre el sotobosque, dado que esta especie requiere de un sotobosque denso. Asimismo, efectos indirectos, como los ataques de perros son frecuentes en esta última especie.

El ganado también representa, en la actualidad, un recurso alimentario importante para los carnívoros, en especial para el puma (*Puma concolor*) y el zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) y carroñeros nativos, como el cóndor (*Vultur gryphus*). Con la introducción masiva de herbívoros domésticos y silvestres, se alteró el equilibrio entre depredadores y presas en la Patagonia y, por esta razón, los zorros y pumas son considerados como especies problema y, por lo tanto, se los persigue y caza intensamente, incluso con incentivos del gobierno.

Finalmente, se ha determinado que el ganado podría incrementar la vulnerabilidad de los tucos cavícolas, a través del pisoteo del suelo que destruye sus cuevas, la competencia por forraje y la reducción de la cobertura de pastos.

Implicancias para el manejo: En áreas con huemul y pudú, es importante que no haya perros sueltos que puedan incursionar en los bosques y puedan preñar las crías de los animales pequeños, que el ganado doméstico esté vacunado y sano; y que el mismo no ocupe las mismas áreas compitiendo por el forraje.

Desequilibrios en las comunidades naturales

Más allá de los cambios de estructura y composición generales que se producen al introducir el ganado en el bosque, en muchos casos, un manejo inadecuado produce otros cambios no esperados, como lo son la ocupación del sitio por especies de carácter invasor, de baja utilidad para la producción, sean estas nativas o introducidas. Algunos ejemplos son la ocupación por, *Acaena pinnatifida* o *A. splendens* (abrojo, cadillo) entre las nativas. Entre las introducidas, *Rumex acetosella* o *Rosa rubiginosa* (acederilla, rosa mosqueta), son especies que pueden invadir ambientes severamente disturbados, comportándose como “malezas” desde el punto de vista productivo, y presentando un bajo o nulo valor forrajero.

Implicancias para el manejo: Es importante evitar el sobre pastoreo para mantener las especies forrajeras deseables. En los casos de presencia de rosa mosqueta en el predio, realice control de la especie y no mueva los animales entre cuadros con y sin mosqueta sin haber realizado previamente el desbaste, eliminando las semillas del tracto digestivo del ganado.

Entre las especies de fauna, otra especie invasora, la liebre consume cerca de 85 kg de MS/individuo año, habiéndose calculado valores medios para toda Patagonia de 45 ind/km² pero alcanzando hasta 45 ind./ha en mallines en invierno (Novaro, en Bonino, 2006). En el caso del conejo, al consumo de forraje (que en Tierra del Fuego evaluaron como de 1750 kg/ha año, más del 35% del total del forraje producido; Amaya, 1981) se suma la construcción de cavidades proporcionando un deterioro adicional al sistema. También especies nativas, pueden comportarse como invasoras, aumentando drásticamente su densidad al producirse el desbalance. Un caso llamativo es el de tuco-tuco (*Ctenomys spp*), que si bien se ha mencionado que algunas especies son afectadas por el pastoreo, en algunos casos de ñirantales raleados y pastoreados aumentan su densidad en los espacios abiertos. En un estudio en Lago Rosario (Tejera y Hansen, datos no publicados) se halló que el 7% de la superficie del establecimiento estaba cubierto por los túmulos que los individuos de esta especie habían formado.

Implicancias para el manejo: En predios con herbívoros exóticos invasores, es importante combatir los mismos para reducir al máximo sus poblaciones, y contenerlos en valores naturales si son nativos. En todos los casos, calcule el forraje consumido por estas especies al hacer los cálculos de disponibilidad forrajera.

Estrategias prediales

Estos cambios a nivel de cuadro, deben integrarse a escalas mayores, considerando a su vez la ubicación del predio. Se ha propuesto que, para el logro del mantenimiento de la biodiversidad a nivel global, es necesario:

1- Contemplar la existencia de áreas protegidas eficientes (por diseño y manejo) que contengan representación adecuada (16-21%) de los tipos de vegetación considerados.

2- Considerar al evaluar cada predio, si se halla en un sitio, o contiene una especie o un ambiente considerados "de alto valor de conservación". La ubicación y listado de los sitios, especies o ambientes se presentan en bibliografía (Rusch y col 2015).

Los sitios de alto valor son aquellos que reúnen alta diversidad, endemismos, procesos únicos, hábitats para aves migratorias, entre otros. En general, las áreas de alto valor de conservación se hallan dentro de áreas protegidas, o fueron categorizadas como "áreas de conservación-rojas-"en la Ley de Presupuestos mínimos 26331 y sus ordenamientos provinciales (Ley 2780 en Neuquén y Ley 4452).

Implicancias para el manejo: Areas con alto valor de conservación y/o rojas no deben tener uso por el ganado, dado que se produce un cambio en el valor de conservación del sitio con este uso; a menos que se demuestre que los cambios en el sotobosque y la presencia del ganado no afecta al valor de conservación considerado en ese sitio.

Las especies de alto valor son aquellas que se hallan en riesgo de extinción (Rusch et al., 2015) y las especialmente valoradas para su uso o por cuestiones culturales.

La presencia de cada especie determina requerimientos específicos para el manejo silvopastoril dependiendo de los requerimientos de hábitat y las fuentes de amenaza de cada una de ellas.

Implicancias para el manejo: En áreas con especies de alto valor, es importante aplicar protocolos para la conservación de las mismas, que pueden ser muy sencillos (como por ejemplo las pautas para huemul anteriormente citadas) para evitar la reducción de sus poblaciones.

Entre los ambientes de alto valor de conservación, se destacan los humedales (cursos y cuerpos de agua y sus márgenes, y los mallines). Los humedales presentan una biodiversidad alta y particular asociada, tanto de vegetación y microorganismos, como de peces y anfibios; y con mayor independencia, de aves y mamíferos que buscan alimentación o abrebaje, o espacios para la nidificación o refugio. Resaltan en la región la abundancia de anfibios endémicos asociados. La calidad de estos ambientes y su biodiversidad asociada dependerá de la naturalidad de los mismos (micrositios, sombreados, estabilidad de los suelos) y de los flujos de materiales que ingresan (agua, materia orgánica y nutrientes, sedimentos, microorganismos).

Implicancias para el manejo: Es importante mantener la naturalidad de la estructura de los márgenes de cursos y cuerpos de agua evitando el acceso del ganado y el pisoteo por parte de los mismos. Es posible la construcción de bebederos; impidiendo así mismo el aporte de patógenos y minerales mediante la orina y las heces del ganado.

3- Mantener áreas con la estructura y composición natural, suficientemente conectadas entre sí y con las áreas protegidas. Como se mencionó anteriormente, es sabido que las áreas protegidas son insuficientes para mantener la totalidad de la biodiversidad y por ende es importante que las áreas productivas participen en el mantenimiento de ambientes que incrementen los hábitats para lograr poblaciones de tamaños suficientes para sostenerlas en el tiempo.

A su vez, dichos ambientes deben estar conectados entre sí para evitar, la fragmentación⁶. Esto puede hacerse manteniendo una gran superficie con el bosque más íntegro, o mediante parches de dicho bosque unido con “corredores”.

Si bien es importante la movilidad de las especies consideradas, y la lectura que cada una de ellas realiza del paisaje, McComb et al., (2008) determinaron matemáticamente, cual es la proporción de superficie que definiría que un ambiente dado este conectado. En la Fig. 40 se grafica la probabilidad de que un ambiente esté conectado, en función de la proporción de dicho ambiente en el área. Si los parches de ambiente se hallan dispersos, la mayor probabilidad se alcanza en valores cercanos a 40% del ambiente, requiriéndose mayor superficie si están agrupados. Obviamente, si las especies consideradas pueden hacer uso o atravesar los sitios alterados (en nuestro caso estos son bosques sin sotobosque, o abras), los valores de superficie son menores, para alcanzar la conectividad.

En cuanto al empleo de corredores, el diseño y tamaño mínimo aceptable, variará según el ensamble de especies a considerar. En líneas generales, el ancho del corredor es la variable más crítica, ya que el efecto borde determina que el área interna de utilidad se vea reducida. Anchos de 100m son aceptables, y cuanto más largo, menos efectivo. En la formulación de corredores, suelen aprovecharse ambientes naturales como los cursos de agua, o antrópicos como áreas de alambrados perimetrales. También en estos casos, áreas de pendiente, con menor uso humano, pueden servir como corredores.

Implicancias para el manejo: Tenga en cuenta estos cambios de estructura y composición de la flora y fauna en función del tipo de manejo, al momento de diseñar el uso de todo el predio. De esta manera podrá plantear áreas de conservación y de conectividad, evitando la fragmentación de las poblaciones naturales de fauna y flora.

⁶ Ver glosario

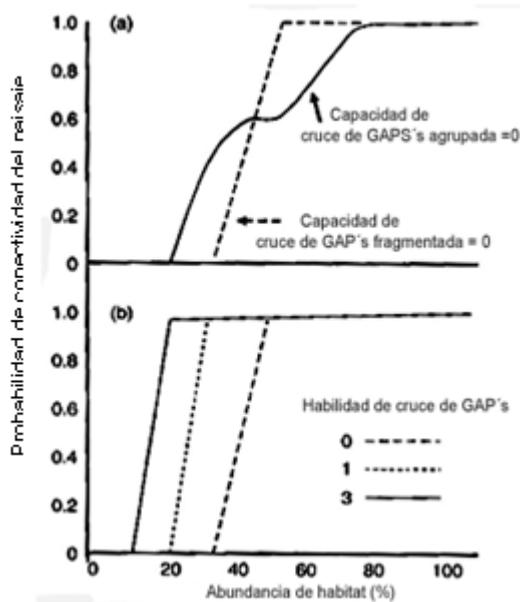


Figura 40. Conectividad del ambiente (ej.: bosque con sotobosque natural) para diferentes porcentajes de ocupación en el paisaje, y habilidad de las especies de hacer uso del sitio modificado. Tomado de Rochelle et al., en McComb et al., 2008.

Implicancias para el manejo: En predios con herbívoros exóticos invasores, es importante combatir los mismos para reducir al máximo sus poblaciones, y contenerlos en valores naturales si son nativos. En todos los casos, calcule el forraje consumido por estas especies al hacer los cálculos de disponibilidad forrajera.

4. Almacenamiento de Carbono

Otros de los servicios que prestan los bosques en todo el mundo son la captura y el almacenamiento de carbono. Esto se relaciona, por un lado, con las tasas de crecimiento, y por el otro, con el potencial de permanencia en el sistema natural, como productos durables (ej.: muebles) o mediante el incremento de materia orgánica del suelo. Si bien son servicios globales (planetarios), Argentina se ha comprometido a evitar considerables incrementos de emisiones siendo los principales mecanismos propuestos el mantenimiento de la cobertura boscosa, y la evitación de la degradación de los bosques. Es por ello que es válido evaluar el efecto de la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) en los balances de carbono.

Si bien se reconoce que las plantaciones de especies introducidas (como *Pinus* spp. o *Pseudotsuga* spp.) presentan mayores tasas de crecimiento por una mayor capacidad de captura de carbono asociada (Gyenge et al., 2008; Laclau, 2003) los bosques nativos, prestan un servicio de valor. Para poder evaluar los efectos de prácticas de manejo sobre estas funciones, se debería considerar el balance de los flujos de captura y emisiones por un lado, y la capacidad de almacenamiento, de los diversos componentes de la planta y el suelo.

En los casos de los SSP, se deben comparar, al menos, los crecimientos en volumen de los árboles teniendo en cuenta las diferentes densidades propuestas para cada manejo, la fijación por parte del pastizal; los cambios en los contenidos de materia orgánica del suelo; analizando la capacidad de acumulación de cada "sub-ambiente" del sistema en cada caso. El balance de carbono y otros Gases de Efecto Invernadero (como el metano), también deberían ser incluidos en la ecuación, aunque en la actualidad no existen autores que hayan integrado los componentes vegetal y animal que permitan comparar los sistemas productivos integralmente.

En relación a la capacidad de almacenamiento, Laclau (2003) evaluó el contenido de carbono en los diferentes compartimentos en bosques de ciprés de la cordillera de la región N.O. de la Patagonia. El volumen total de carbono (componentes aéreos y subterráneos de la vegetación y suelos) fue de 173,2 Mg/ha en bosque con una media de volumen de 168 m³/ha, no hallándose una correlación con las precipitaciones. El 67,2% de este carbono fue hallado en el suelo, y el 38,7% en la biomasa aérea (67,1 Mg/ha). En los pastizales de referencia, el contenido de carbono en la biomasa aérea fue sólo de 2,6 Mg/ha, siendo el contenido edáfico similar al de los bosques. En Patagonia Sur, Peri et al. (2017), analizaron los contenidos de carbono en los diferentes compartimentos de bosques de Ñire prístinos, bajo sistema silvopastoril, y en pastizales. Hallaron que el contenido de carbono en biomasa aérea de 54,5; 12,6; y 6,2 Mg/ha; el de la biomasa subterránea 19,5; 9,6 y 4,5 Mg/ha; y el contenido de carbono en suelo de 108,2; 126,2 y 97,7 Mg/ha respectivamente. No se conocen evaluaciones para otros tipos de bosques en la región. En relación a la captura y balance, se podrán considerar, como una primera aproximación, los volúmenes de crecimiento por hectárea (con contenidos medios de 44%) de los componentes no removidos del sistema (por ejemplo, troncos, pero no forrajes consumidos).

Gayoso et al. (2005) determinaron el contenido de carbono en fuste, ramas, hojas y corteza para 16 especies del bosque nativo en Chile. Los contenidos promedio de C orgánico en las especies fluctuaron entre 34,9 y 48,3%, y el promedio fue de 43,7%. El carbono del fuste (44,4%), fue mayor que en las ramas, hojas y corteza (43,5).

Implicancias para el manejo: Para estimar los balances de carbono en sistemas silvopastoriles en comparación con situaciones de referencia, se pueden emplear los datos para Ciprés y Ñire, o estimar las diferencias en la biomasa aérea con datos promedio de todas las especies en caso de inexistencia de información. El hecho de que pueda haber grandes diferencias en el carbono almacenado en suelo, debería hacer, sin embargo, que el cambio de materia orgánica sea considerado.