

# Manual de Buenas Prácticas de Conservación del Suelo y del Agua en Áreas de Secano (2019)

Eds. Roberto R. Casas y Francisco Damiano

## CAPÍTULO Provincia de Santa Cruz

**Autores:**

**Gabriel Oliva, Daniela Ferrante, Pablo Peri, Victor Utrilla, Emilio H. Rivera, Maria V. Sturzenbaum, Boris Díaz, Gervasio Humano, Sebastián Ormaechea, Guillermo Martínez Pastur, Lucas Monelos, Rosina Soler, Verónica Gargaglione, Héctor Bahamonde, María V. Lencinas, Francisco Mattenet**

## Índice

|  |    |
|--|----|
| <b>Regiones naturales y uso del suelo</b> .....  | 1  |
| <b>Principales procesos de degradación de los suelos</b> .....   | 4  |
| <b>Normativas legales</b> .....  | 6  |
| <b>Prácticas de manejo del suelo y del agua</b> .....  | 7  |
| - Evaluación forrajera de pastizales naturales por método Santa Cruz<br>y planificación del pastoreo utilizando cargas continuas flexibles ..... | 7  |
| - Control de médanos mediante siembra con especies fijadoras .....   | 10 |
| - Manejo estratégico de mallines .....   | 15 |
| - Manejo silvopastoril de bosques de ñire .....  | 17 |
| - Inundación de mallines por redistribución del agua superficial durante<br>crecidas estacionales .....  | 21 |
| - Remediación de suelos contaminados por bioestimulación .....   | 24 |
| - Escarificación de superficies compactadas y siembra de especies nativas .....  | 25 |
| - Implantación de pasturas en áreas degradadas .....   | 26 |
| - Intersiembra de pasturas en mallines degradados .....  | 28 |
| <b>Bibliografía</b> .....  | 31 |

## Regiones naturales y uso del suelo

La Provincia de Santa Cruz, con 243.943 km<sup>2</sup> es la segunda más extensa de la Argentina, y una de las menos habitadas. Se caracteriza por sus extensos paisajes de mesetas sedimentarias o basálticas, grandes planicies cubiertas de rodados patagónicos y serranías cubiertas por estepas gramíneas o de arbustos enanos en un clima predominantemente semiárido (150-300 mm lluvia), aunque hacia el Oeste presenta también paisajes montañosos cubiertos de bosques y semidesiertos de altura y glaciares, con regímenes de lluvia de hasta 1000 mm. En este extenso territorio se reconocen 8 áreas ecológicas (Figura 1):

**Estepa magallánica seca:** Con una superficie de 11.700 km<sup>2</sup> (5 % del territorio provincial), es una estepa gramínea en la margen N del Estrecho de Magallanes que cubre mesetas sedimentarias terciarias, terrazas glaciales cuaternarias, coladas basálticas y relieves fluviales con alturas < 300 m s.n.m. Las precipitaciones anuales son 170 - 240 mm y las temperaturas medias anuales 6-7 °C. El relieve es horizontal con drenaje poco definido y las lluvias se canalizan hacia lagunas temporarias, grandes bajos internos o pequeñas cubetas de deflación. Tres grandes valles fluviales de los ríos Coyle, Gallegos y Gallegos Chico la atraviesan. La vegetación consiste en pastizales de coirón fueguino (*Festuca gracillima*) prácticamente sin arbustos de gran porte, pero con una variedad de pastos cortos y subarbustos. Los suelos predominantes son Aridisoles y Molisoles, con una capa superior de arena fina con materia orgánica que es susceptible a la erosión. El área se dedica a la producción de lana y carne ovina en 42 establecimientos ganaderos.

**Estepa magallánica húmeda:** De 3.900 km<sup>2</sup> (2 %) se ubica en los extremos SO y oriental, en la zona de Cabo Vírgenes. El clima es subhúmedo con precipitaciones de 200-400 mm, y temperatura entre 5,5-6,5°C. El paisaje consiste en planicies glacifluviales y morenas cuaternarias onduladas y mesetas sedimentarias terciarias. Extensos mallines, valles fluviales (Río Gallegos y Coyle) y cañadones son comunes. La vegetación consiste también en estepas gramíneas de coirón fueguino (*Festuca gracillima*), pero incluye arbustales de mata negra fueguina (*Chilliostrichum diffusum*) y áreas de murtila (*Empetrum rubrum*). Los suelos son Molisoles y en menor medida Aridisoles con un horizonte A de textura franco-arenosa bien provisto de materia orgánica (5 a 10 %). Pueden ser ácidos o neutros, de acuerdo al material parental. Los horizontes C son areno-gravillosos o bien capas arcillo-areno gravillosas compactas. Hay 22 establecimientos ganaderos activos, que producen ovinos doble propósito.

**Matorral de mata negra:** Una estepa arbustiva de 28.300 km<sup>2</sup> (11 %) entre el río Santa Cruz y el Coyle, que se desarrolla en depósitos aterrazados y mesetas sedimentarias terciarias cubiertas de rodados de hasta 900 m s.n.m. Las lluvias son 150-200 mm anuales y las temperaturas 6,5-8,5 °C. Están cubiertas por un arbustal bajo de mata negra (*Mulguraea tridens*) continuo o en mosaicos con estepas gramíneas de coirones (*Pappostipa spp.* y *Festuca pallescens*). Los suelos son

Aridisoles y Molisoles de textura arenosa y buen drenaje por presentar abundantes rodados en todo el perfil. El área está ocupada por 127 establecimientos ganaderos ovinos dedicados a la producción de lana y carne, aunque muchos de ellos han sido abandonados por problemas de falta de rentabilidad, y descenso en la receptividad.

**Meseta Central:** Es una extensa y diversa región que ocupa 143.300 km<sup>2</sup> (58 %), cubierta en general de arbustos enanos. Consiste en planicies aluviales de rodados patagónicos y mesetas sedimentarias, serranías sobre rocas efusivas ácidas mesozoicas, mesetas basálticas terciarias y cuaternarias y extensas depresiones excavadas como el Gran Bajo de San Julián, desde los -100 a los 1500 m s.n.m. Las precipitaciones son < 150 mm y las temperaturas de 8 a 10 °C. La vegetación está dominada por los arbustos rastreros de colapiche (*Nassauvia glomerulosa*) con coirones amargos (*Pappostipa spp*), y la Mata Negra (*Mulguraea tridens*) a lo largo de las redes de drenaje. Los suelos son Aridisoles de textura franco-arenosa a franco-arcillosa, con bajos contenidos de materia orgánica, profundamente degradados por el sobrepastoreo. Más de 600 estancias se establecieron en la región durante la primera mitad del siglo XX, aunque el descenso de la rentabilidad y eventos como cenizas y nevadas determinaron que la mayor parte de ellas hayan sido abandonadas desde el punto de vista ganadero. Muchas están en la actualidad dedicadas a la minería.

**Pastizal Subandino:** Una franja discontinua en las laderas orientales de los Andes de 21.800 km<sup>2</sup> (9 %) dominada por estepas gramíneas. El paisaje consta de mesetas elevadas, relieves glaciales ondulados, mesetas volcánicas y desmoronamientos asociados, valles fluviales y cañadones entre los 300 a los 2000 m s.n.m. Las precipitaciones son de 200-400 mm y las temperaturas de 7-8° C, con un marcado gradiente altitudinal. La vegetación está dominada por coirón blanco (*Festuca pallescens*), huecú (*Festuca argentina*), y arbustos de neneo (*Mulinum spinosum*) y calafate (*Berberis buxifolia*). Los suelos son diversos: Aridisoles, Inceptisoles, Entisoles y Molisoles, arenosos o franco-arenosos con materia orgánica. Suelen desarrollarse sobre depósitos de sedimentos no consolidados glaciarios y son susceptibles a la erosión. Hay 114 establecimientos ganaderos en el área; la mayor parte de ellos han dejado la ganadería ovina, desarrollando la cría bovina o utilizando el área para usos recreativos.

**Estepa arbustiva del Golfo San Jorge:** Un área de 6.500 km<sup>2</sup> (3 %) caracterizada por arbustales altos en las costas del Golfo San Jorge. El paisaje es ondulado y está surcado por cañadones y valles que desembocan en el mar. El substrato corresponde a rocas sedimentarias marinas terciarias, depósitos y rodados patagónicos con alturas de entre 0 y 300 m s.n.m. Las precipitaciones son de alrededor de 200 mm, con temperaturas relativamente altas de 10° C. La vegetación está dominada por los grandes arbustos de malaspina (*Retanilla patagonica*) y duraznillo (*Coliguaja integerrima*), con coirones amargos (*Pappostipa humilis*), huecú (*Festuca argentina*) y especies anuales como *Vulpia sp*. Los suelos son Aridisoles someros, pedregosos, pobres en materiales finos y materia orgánica, de pH neutro. La salinidad es moderada

o alta. Existen 92 establecimientos ganaderos en esta área, la mayor parte de ellos están en producción y se dedican principalmente a la producción de lana.

**Sierras y mesetas occidentales:** Una estepa arbustiva abierta de 13.800 km<sup>2</sup> (5 %) que forma una cuña en el Noroeste de Santa Cruz. En el paisaje predominan las planicies de rodados patagónicos y los depósitos glaciarios ondulados (especialmente en el Oeste), de entre 300 y 900 m s.n.m. Las precipitaciones son 100-200 mm y las temperaturas de 8,5-9,5° C. Dominan los arbustos de neneo (*Mulinum spinosum*), mata mora (*Senecio filaginoides*) y mamuel choique (*Adesmia volckmannii*), con coirones amargos (*Pappostipa speciosa* y *Pappostipa humilis*) y coirón poa (*Poa ligularis*). Los suelos son Aridisoles y Entisoles con un horizonte superficial arenoso con gravas y un estrato calcáreo bien marcado a los 40 cm. Existen 31 establecimientos ganaderos ovinos en el área, algunos de ellos abandonados y otros que han orientado su producción hacia los bovinos.

**Complejo Andino:** Este ambiente abarca 17.600 km<sup>2</sup> (7 %) y es un mosaico de bosques, praderas y semidesiertos de altura, desiertos de roca y hielos eternos con paisajes variados. Los suelos son Molisoles e Inceptisoles, ligeramente ácidos y con ceniza volcánica. El clima es Frío húmedo, entre 5 y 8° C de temperatura media y lluvias entre 300-1000 mm anuales. En las áreas más secas domina el bosque bajo de ñire (*Nothofagus antarctica*), y en las más húmedas la lenga (*Nothofagus pumilio*) y el guindo (*Nothofagus betuloides*). Los claros en el bosque, valles y costas lacustres se cubren de densas praderas de *Poa pratensis*, *Deschampsia sp.* y *Agrostis sp.* Laderas y altas cumbres se cubren de pastizales de coirón blanco (*Festuca pallescens*) o tundra andina con murtilla (*Empetrum rubrum*). El ambiente está dividido en 47 estancias con alguna actividad de cría bovina, pero una parte importante de la superficie está bajo protección en Parques Nacionales o Provinciales.

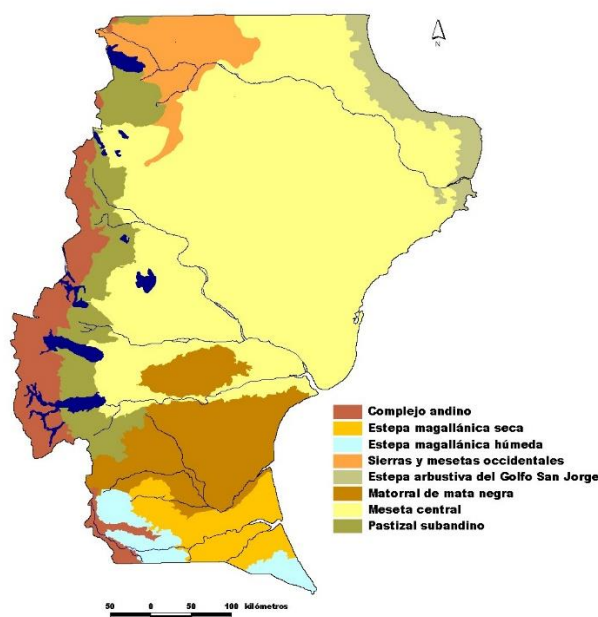


Figura 1. Areas ecológicas de Santa Cruz. Fuente: Oliva *et al.*,2001.

## Principales procesos de degradación de los suelos

La **erosión eólica** es importante en Santa Cruz por el efecto del intenso viento sobre estepas con una cobertura vegetal promedio del 50% y pocos arbustos altos (Figura 2). Se manifiesta a distintas escalas: localmente es posible ver en todos los pastizales naturales un sistema de áreas denudadas de tamaños variables, más pequeñas en el Sur pero que alcanzan un promedio de 70 cm de diámetro en la Meseta Central. En estos sitios se movilizan partículas: limos y arenas finas pueden transportarse grandes distancias y perderse en forma definitiva, y las arenas gruesas se mueven por saltación y se acumulan a sotavento de las plantas formando “nebkas”. Muchos suelos tienen horizontes ricos en arcilla que quedan expuestos y cubiertos de rodados formando pavimentos de erosión. El mal manejo de los campos lleva a un aumento en el tamaño, frecuencia e intensidad de la denudación, y a un empobrecimiento paulatino de la fertilidad. A mayores escalas, existe un sistema de cubetas generado por la topografía plana dominante de mesetas y terrazas de escasa pendiente y de drenaje poco desarrollado, que acumulan agua en lagunas temporarias. Al secarse éstas durante el verano los sedimentos se movilizan por erosión, acumulándose en lenguas de diverso tamaño. Algunas de ellas se desarrollan en médanos o dunas, principalmente cuando están asociadas a acumulaciones de sedimentos poco consolidados como los depósitos glaciares en la zona subandina. La movilización de estos materiales se puede dar por distintos eventos como incendios, sequías o movimientos de material asociados a trabajos viales o de la industria. Grandes cantidades de arena se movilizan por saltación y luego del avance, las áreas remanentes se estabilizan como zonas denudadas.

La **erosión hídrica** es un factor igualmente importante en la degradación de los suelos y muestra una mayor intensidad en la zona Centro Norte sobre estratos sedimentarios blandos que generan suelos arcillosos. Los regímenes de lluvias de tipo invernal y concentradas en eventos importantes característicos de la mayor parte de la Patagonia favorecen la erosión hídrica, pero hacia el Sur de Santa Cruz la intensidad disminuye porque los suelos son más arenosos de mejor drenaje y las lluvias se distribuyen en eventos pequeños que no generan escorrentía. Las manifestaciones a escala pequeña como surcos y canaliculos están ampliamente difundidas, especialmente asociados a pendientes pronunciadas y escasa cobertura vegetal que no llega a amortiguar el impacto de la lluvia y moderar el flujo superficial. En zonas de vegetación arbustiva se forman montículos residuales, pedestales de una altura de unos pocos centímetros hasta un metro o más de altura, testigos de antiguos niveles del suelo. A lo largo de las líneas de drenaje, los cauces temporarios de agua pueden convertirse en cárcavas, zanjas de anchos variables y llegan a constituir cañadones importantes. Las cárcavas y cañadones que se desarrollan en humedales o “mallines” drenan el agua subterránea, desarticulando estos verdaderos oasis de la estepa. En áreas cubiertas de sedimentos finos de limo o arcilla disgregada por la salinidad elevada se desarrollan los guadales, extensas superficies sujetas a la erosión hídrica mantiforme y una red de surcos y cárcavas que en general desagotan en lagunas temporarias. En algunas regiones la erosión de escala geológica excava extensos bajos conocidos como “tierras malas” (badlands). En ellas, los valles de fondo plano se amplían, las cárcavas y surcos se erosionan y los desniveles se moderan, dejando apenas algunos relieves residuales a lo largo de las redes de drenaje principal. El paisaje está dominado por llanuras onduladas sujetas a intensa erosión mantiforme y escasa o nula cobertura vegetal. La **Salinización** es otro factor de degradación, frecuente en el N de Santa Cruz, con acuíferos frecuentemente salinos. Los guadales están asociados a lagunas de elevada salinidad natural, pero la mayor parte de los mallines y vegas de la zona son propensos a la salinización si pierden la cubierta vegetal porque el agua freática sube por capilaridad y se evapora en superficie, acumulando sales.

**Compactación mecánica, decapitación y rellenado:** Son consecuencia de la actividad de la industria principalmente petrolera y minera, y de las construcciones viales en todo el territorio. Hay una modificación drástica del suelo por aporte de áridos, compactación con maquinaria pesada y en algunos casos (canteras, pits) remoción o decapitación del suelo. Son de difícil reversión, ya que en general los suelos afectados pierden el material orgánico y los aportes de relleno tienen elevados pH y salinidad, baja capacidad de intercambio y de nutrientes en general, además de una textura y estructura que no facilitan la aireación y la biorremediación natural. La instalación de semillas es difícil en las superficies compactadas que suelen tener pocos sitios seguros. En sitios puntuales se producen derrames que contaminan el suelo con hidrocarburos, pero además pueden contener otros contaminantes como metales pesados. Son significativas en cuanto a extensión e impacto en el paisaje las redes de yacimientos, ductos y caminos en la Cuenca petrolera del Golfo San Jorge y la Cuenca Austral.

**Degradación de la vegetación:** Más del 60% de los pastizales naturales de Santa Cruz están sujetos a una modificación severa de la cubierta vegetal. Este proceso se dispara por el sobrepastoreo prolongado, que va reduciendo la cobertura vegetal y en general reemplaza pastos por leñosas. Los sistemas degradados tienen menor capacidad de intercepción de lluvia y de infiltración, lo que promueve otros procesos de degradación como la erosión eólica o hídrica, pero además la vegetación pierde diversidad y productividad forrajera. Los mallines o humedales son sitios preferidos por la hacienda y en ellos se dan procesos de compactación, que reducen la infiltración y promueven el escurrimiento superficial y la erosión. También se registran en ellos la salinización y la invasión de especies.



Figura 2. Erosión eólica en la Estepa Magallánica, al Sur de Santa Cruz.

### Normativas legales

Las prácticas de manejo ganadero sobre pastizales naturales en campos privados están alcanzadas por la Ley Provincial N° 229 de Conservación de Suelos y aprovechamiento de los Recursos Naturales que faculta al Consejo Agrario provincial a “Fijar el régimen de pastoreo estableciendo la capacidad ganadera máxima por hectárea o legua, de campos naturales, de acuerdo a la naturaleza y estado del suelo, de las normas de explotación y del estado de las pasturas”, aunque en la práctica no se ha aplicado esta regulación. La Ley Nacional N° 25.422 de Recuperación de la Actividad Ovina incluye entre sus objetivos “Conservar y mejorar los recursos naturales involucrados” y fija parámetros de evaluación de pastizales para acceder a los beneficios previstos. En cuanto a la erosión, la Ley Nacional de Fomento a la

Conservación de Suelos N° 22.428/81 señala que no se deben realizar prácticas de uso y manejo de tierras que originen o contribuyan a originar una notoria disminución de la capacidad productiva de los suelos, e impulsó consorcios de conservación de suelos, con áreas de rehabilitación de médanos en la década del 80-90 pero en la actualidad se encuentra desfinanciada. En cuanto a la contaminación por hidrocarburos, la Ley Provincial N° 926/06 modifica la mencionada Ley 229 y agrega el ítem de contaminación de suelos, aplicable a las actividades de remediación de derrames. La Ley N° 2.567 de residuos peligrosos pone los límites para parámetros físicos y químicos de las rehabilitaciones de materiales afectados con hidrocarburos. El manejo de los bosques de Santa Cruz está regulados por la Ley N° 65/58 y luego por la Ley N° 3.031/08 de Protección ambiental de los bosques nativos, que constituye una adhesión a la Ley Nacional N° 26.331 de Bosques Nativos. El manejo de agua está regido por la Ley Provincial N° 1451.

## **Prácticas de manejo del suelo y del agua**

### **1. Nombre de la práctica: Evaluación forrajera de pastizales naturales por método Santa Cruz y planificación del pastoreo utilizando cargas continuas flexibles**

**Definición:** Consiste en la estimación de la receptividad ganadería ovina extensiva en pastizales naturales patagónicos mediante el cálculo de: i) Oferta de forraje (disponibilidad) a través de cortes del estrato de mayor valor nutricional (pastos cortos y hierbas), y ii) Intensidad de utilización mediante la medición de la altura del residuo de una especie clave (Figura 3).

Para la planificación del pastoreo se considera a la disponibilidad total del estrato intercoironal como forraje consumible. La receptividad (número de animales que pueden pastorear una determinada superficie sin degradar el recurso) se calcula asignando forraje consumible para cubrir los requerimientos anuales de cada categoría de ovino. Generalmente este sistema se aplica en sistemas de pastoreo continuo o estacional, aunque puede utilizarse para calcular raciones en un sistema de tipo rotativo. La evaluación y planificación están concebidas como procesos anuales que van ajustando la carga en un esquema adaptativo.

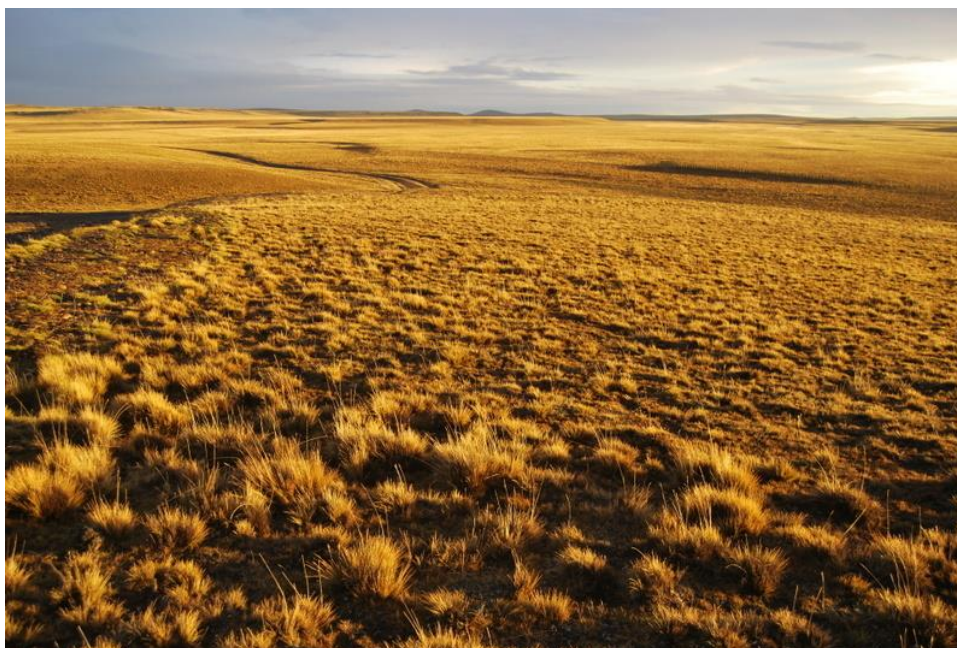


Figura 3. El método Santa Cruz evalúa pastizales semiáridos con un estrato de pastos cortos que proveen la mayor parte de la dieta del ovino.

**Objetivo:** Proporcionar una medición objetiva del forraje disponible para ajustar una carga animal de modo que el pastoreo deje un residuo adecuado (no menos del 50% de la producción anual de especies forrajeras). Esto garantiza la conservación de la productividad del pastizal en el largo plazo, y les permite a los animales llegar a una producción individual óptima. El mayor residuo forrajero ayuda a amortiguar los efectos de las sequías y reduce la variabilidad de la producción. Desde el punto de vista del pastizal permite un aumento paulatino de la cobertura y la diversidad y controla los procesos de erosión.

**Condiciones para su aplicación:** Se aplica en sistemas de ganadería extensiva ovina en áreas semiáridas (100-400 mm anuales) con un estrato de pastos cortos significativo > 10 %.

**Superficie estimada de aplicación:** es de 2.700.00 ha. La práctica es aplicable a la mayor parte de los sistemas ganaderos de la provincia (> 25 M de ha).

**Normas técnicas:** Se muestrean los campos mediante cortes del estrato de pastos cortos y hierbas, realizados en marcos de 0,2 o 0,3 m<sup>2</sup> en puntos fijos consistentes en 2-6 estacas fijas en cada “campo” o subdivisión productiva de la estancia (Figura 4). El número mínimo de muestras es de 12 a 15 por campo y por sitio. No se cortan especies leñosas ni gramíneas medianas cespitosas (“coirones”) [Figura 5]. En cada estaca se obtiene una lectura de unas 30 alturas de residuo de una especie clave (habitualmente una *Poa* sp). El material cosechado se seca y se pesa. El forraje disponible se calcula para cada cuadro como la media de biomasa disponible en todos los marcos. La intensidad de pastoreo se calcula para cada estaca de acuerdo a la

altura del residuo de la especie clave. Se considera un uso intenso cuando el residuo es  $< 20$  mm. La heterogeneidad del pastoreo dentro de cada cuadro se analiza mediante el coeficiente de variación de las estimaciones de altura de residuo para cada estaca, y se considera que un Coeficiente de Variación (CV)  $> 10$  % indica problemas de distribución de los animales. La planificación del pastoreo se realiza tomando toda la disponibilidad de pastos cortos y hierbas como forraje consumible (FC) en cada cuadro. La receptividad (R) se calcula como  $R = FC / \text{asignación}$ . La asignación de forraje a cada animal es el consumo esperado de una categoría animal, y para una oveja se estima en 513 kg MS/año. El método está descrito en Borrelli y Oliva (2001); una aplicación del sistema de planificación y ajuste anual del pastoreo en la Estancia Los Pozos se describe en Oliva *et al.* (2012).

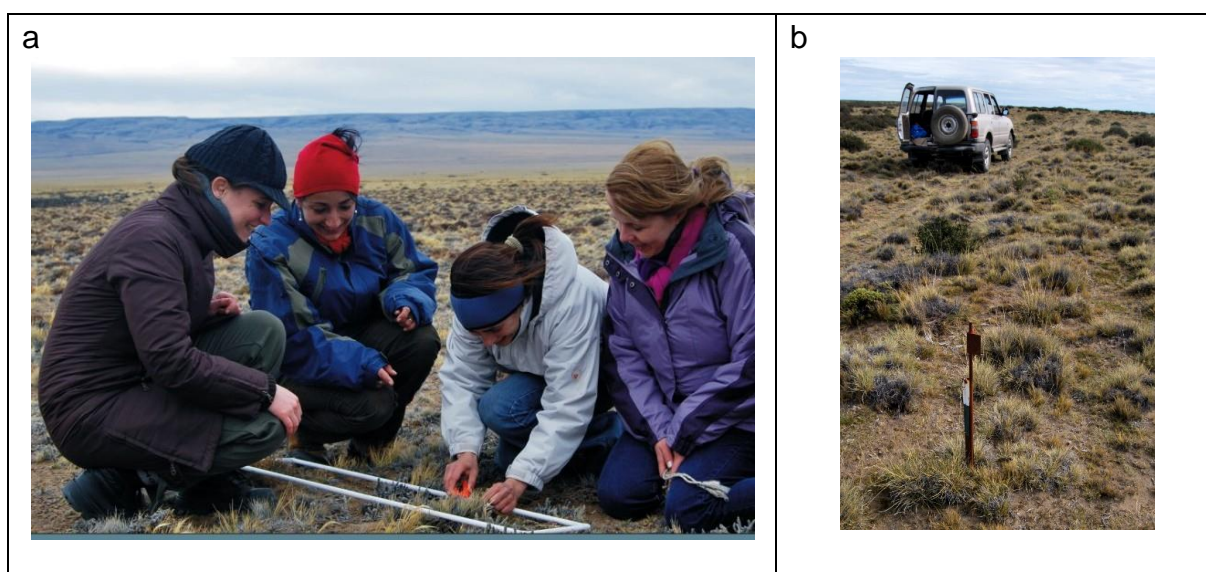


Figura 4. a) Cortes de disponibilidad en marcos, y b) un ejemplo de estaca de muestreo permanente.

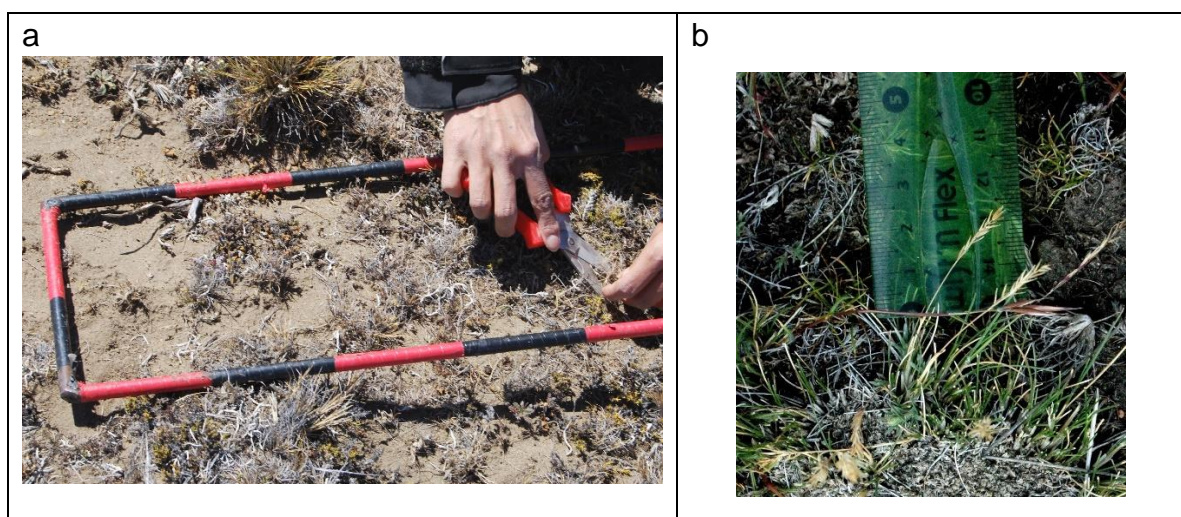


Figura 5. a) Detalle de cortes de disponibilidad, y b) un ejemplo de muestreo de altura de residuo.

**Equipo necesario:** Muestreadores (marcos) de 0,20 x 1m y de 0,30 x 1m, tijeras, regla enrasada para evaluación de la altura del residuo forrajero y estufa de secado de forraje

**Mantenimiento:** La evaluación se realiza anualmente, y se planifica el pastoreo en función de la disponibilidad de la temporada. El ajuste periódico en el mediano plazo corrige posibles errores y una asignación de forraje adecuada logra mantener el residuo de la especie clave por sobre el umbral del 50% del consumo.

## **2. Nombre de la práctica: Control de médanos mediante siembra con especies fijadoras**

**Definición:** En la superficie de médanos activos se genera un escarificado por medio de surcados profundos y se realizan siembras de especies psammófilas introducidas como *Elymus spp* (Figura 6). Los médanos están en general asociados a lagunas temporarias y cabeceras de lagos, y la movilización de material arenoso genera lenguas de deposición-erosión con dirección O-E que pueden avanzar rápidamente sepultando la vegetación. La escarificación inicial permite la captura de suelo, semillas y concentra el agua en el fondo de los surcos, que son posteriormente sembrados para establecer especies del género *Elymus*. Una de las especies más difundidas para este uso es *Elymus arenarius*, nativa de Europa y de las costas frías de América del Norte, que ha sido utilizada desde el siglo XVIII para la estabilización de costas arenosas, ya que en este tipo de suelos tiene un buen desarrollo y produce una extensa ramificación de raíces.



Figura 6. Una lengua de erosión activa fijada con Elymus en Charles Fuhr, cabecera del Lago Argentino, Santa Cruz.

**Objetivos:** Detener en el corto plazo el avance de médanos especialmente asociados a lagos y lagunas y en el largo plazo evitar la degradación de los pastizales naturales afectados por la acumulación de arena. Es una práctica que se aplica a pequeñas áreas, especialmente localizadas en los frentes de avances de los médanos, pero que de no realizarse puede afectar una gran superficie, afectando la salud de pastizales al disminuir la diversidad y la producción de biomasa.

**Condiciones para su aplicación:** La práctica es aplicable a lenguas medanosas y guadales (médanos arcillosos) en ambientes semiáridos (170-300 mm). No obstante, la degradación del pastizal por efecto de la erosión eólica en cercanía de lagunas secas es una preocupación para muchos productores, ya que estos procesos avanzan y afectan cada vez áreas de mayor superficie. Sin embargo, este tipo de acciones tendientes a la estabilización de suelo no son comunes en la región, ya que difícilmente estén en las prioridades de los productores debido al costo económico que implica realizar estas prácticas, puesto que desde el estado ya no se realiza este tipo de remediación. Sin embargo, los productores conocen el impacto positivo que representa la estabilización de los suelos sobre los indicadores productivos. Una descripción de la técnica se obtiene en Castro (1983).

**Superficie estimada de aplicación actual y potencial:** En Santa Cruz, la primera siembra con este objetivo se realizó en 1964 en la costa Este del lago Rico, a cargo

de la Dirección de Conservación de Suelos del Consejo Agrario Provincial. Inicialmente se realizaron siembras de 60 has y a partir de allí varias experiencias fueron replicadas con éxito en otras áreas de la provincia, tales como la cabecera Este de los lagos Rico y Argentino, costa Norte del lago Viedma, costa Norte y Sur del lago San Martín, costa Atlántica en Bahía de los Nodales, entre otras. La superficie total actual de médanos sembrados para su estabilización, siembra y resiembra en algunos casos, asciende a 2230 ha en la provincia. La mayor parte de los trabajos se han realizado en el Departamento de Lago Argentino (1615 ha), Río Chico (285 ha), Güer Aike (190 ha) y Deseado (140 ha) (<http://www2.medioambiente.gov.ar/sian/scruz/Erosi%F3n/inicioerosion.htm>). Existen trabajos más recientes, pero no se cuenta con los datos publicados.

En la Patagonia, grandes extensiones están afectadas por procesos de erosión activos, favorecidos por la aridez, los suelos poco estructurados, pobres en materia orgánica, baja cubierta vegetal, clima seco y fuertes vientos durante gran parte del año (Figura 7). El sobrepastoreo y la extracción de arbustos para leña han contribuido a acelerar los procesos erosivos. En Santa Cruz, más de dos millones de hectáreas se encuentran afectadas por erosión (Oliva *et al.*, 2015). La erosión hídrica es dominante en el Norte de la provincia, como resultado de suelos arcillosos, con limitada infiltración, que favorecen la escorrentía superficial con arrastre de sedimentos, que determinan la formación de surcos, cárcavas y erosión laminar. En el Sur, la erosión eólica es predominante, los fuertes vientos actúan sobre suelos de textura gruesa y afectan principalmente las cabeceras de los grandes lagos, los grandes bajos y los sistemas de cubetas de deflación excavados en sedimentos terciarios. Este tipo de erosión se manifiesta en pavimentos, zonas de acumulación y en plumas eólicas que forman médanos. En un ejemplo analizado por Paredes (2016), en la laguna Markatch Aike del Sur de Santa Cruz, el avance se observó por la adición de 1468 ha erosionadas entre 1986 y 2016, con un avance de la pluma erosiva de 48 ha año<sup>-1</sup> (Figura 8). Estos resultados resaltan la importancia de realizar trabajos de estabilización de los médanos para detener las lenguas y evitar la degradación de los pastizales.

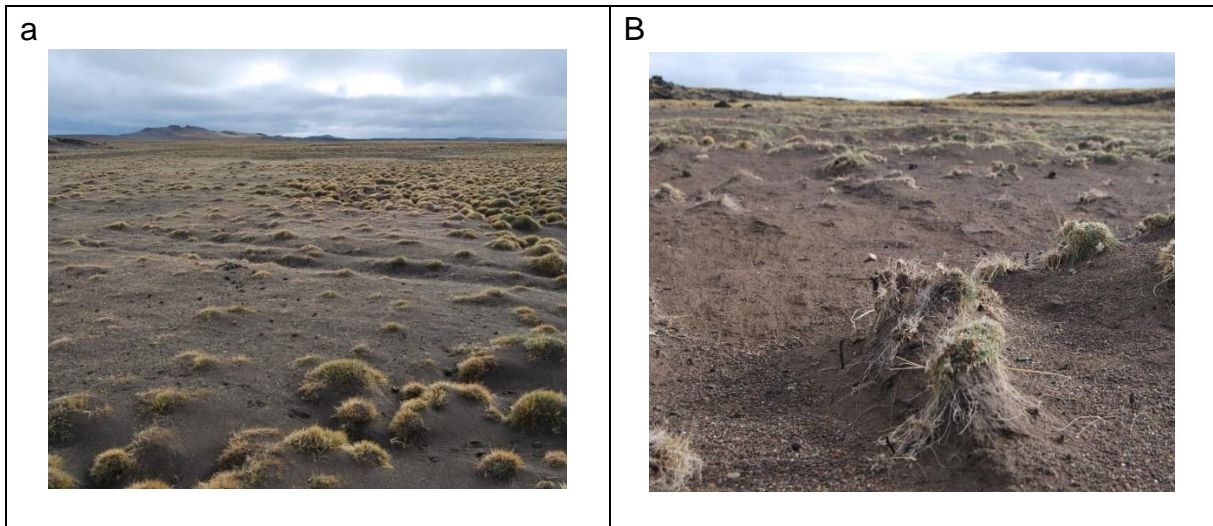


Figura 7. Área de acumulación de arena (a) y de erosión (b) asociada a una laguna temporaria.

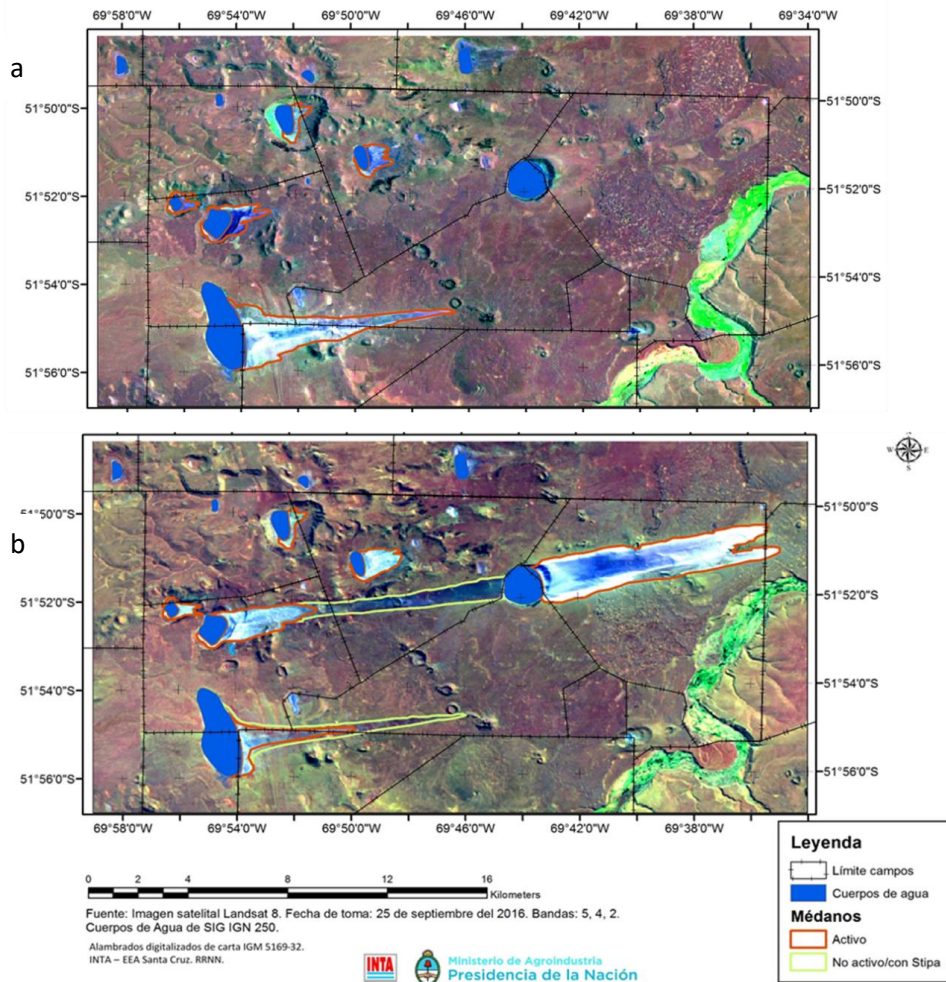


Figura 8. Avance de una lengua de erosión entre 1986 (a) y 2016 (b) en la Laguna de Markatch Aike (línea roja). Santa Cruz.

**Normas técnicas:** La siembra se realiza en secano. Previamente se realiza un escarificado mediante surcadores en líneas perpendiculares a la dirección del viento con una separación variable de 1,5 a 6 m, acorde a las características topográficas del terreno y a la rapidez con la que se pretende estabilizar el médano (Figura 9). Si es posible las tareas de escarificado se hacen una temporada antes de la siembra, para que se acumulen sedimentos, semillas y agua en el fondo del surco. La siembra se realiza en estas franjas con arado de cincel, con cajón sembrador. La semilla se deposita en el fondo del surco, a una profundidad de 5 cm. La densidad de siembra oscila entre 3 kg ha<sup>-1</sup> para *Elymus sabulosus* y de 5 kg ha<sup>-1</sup> para *Elymus arenarius*. Lo recomendable es realizar la siembra entre los meses de marzo y mayo, en el otoño; en esta estación las condiciones de humedad del suelo suelen ser más apropiadas y la velocidad del viento menor. La semilla se obtiene de cosecha manual a partir de poblaciones naturalizadas.

En Santa Cruz la cosecha de *Elymus spp*, se realiza entre los meses de febrero y marzo, en áreas en las cuales se han realizado trabajos de fijación de médanos y donde la semilla alcanza la maduración adecuada. Se cortan las varas florales maduras y se trilla en piletones.

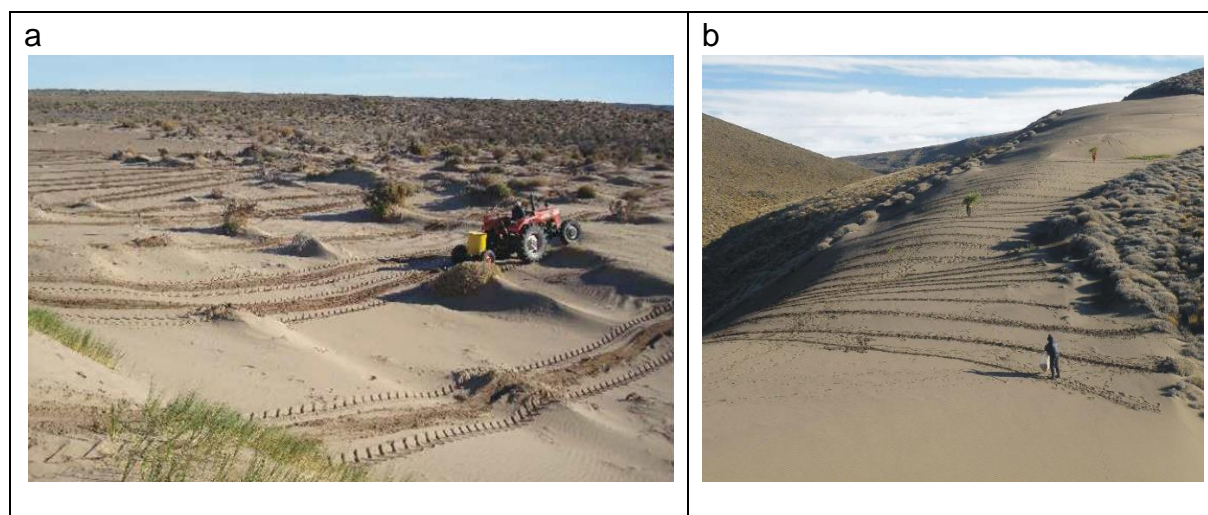


Figura 9. Escarificado de un médano y siembra con un cajón sembrador (a) o en forma manual (b) en Chubut.

**Equipo necesario:** Tractor, surcador, arado de reja o con cajón sembrador.

**Mantenimiento** Es necesario proteger la siembra del pastoreo al menos por dos años. En algunas áreas se han realizado más de una siembra, para asegurar la fijación del médano.

### 3. Nombre de la práctica: Manejo estratégico de mallines

**Definición:** Consiste en el uso estacional y diferencial de los humedales para el engorde del ganado o el corte para reserva de forraje. Este manejo implica separarlos de la estepa, definir la época de utilización más adecuada y ajustar la carga animal según la oferta forrajera disponible para lograr una producción sustentable (Figura 10).



Figura 10. Uso estratégico de un mallín en Ea. Las Vegas, Santa Cruz.

**Objetivos:** Permitir el descanso primaveral de los mallines para favorecer la acumulación de biomasa del pastizal con una óptima calidad nutricional de la vegetación previo al pastoreo o antes del corte a realizar a partir del verano.

**Condiciones para su aplicación:** Se recomienda aprovechar bajo pastoreo con carga animal ajustada a los mallines húmedos o subhúmedos (Figura 11) que ocupan los valles fluvio-glaciales y las planicies glaciarias, a partir del verano con una disponibilidad forrajera inicial  $>$  a 2000-3000 kg MS/ha. Se aconseja que sean de relieve plano y con piso edáfico para el ingreso de la maquinaria de corte y cosecha del forraje.

**Superficie estimada de aplicación:** La adopción del manejo estratégico varía desde potreros con mallines con una superficie inferior a las 500 has hasta mallines con y sin subdivisiones que ocupan una superficie total entre 1000 y 2000 has y  $>$  a 2000 has.

**Normas técnicas:** Consiste en separar los mallines de la estepa con alambrado tradicional y subdividirlos en potreros (< a 500 has) con alambrado tradicional o eléctrico. El manejo del pastoreo puede ser continuo con descanso primaveral previo y con carga animal ajustada (cab/ha) según:

- La disponibilidad (mediante el método Botanal) y calidad forrajera (digestibilidad de la materia seca, DMS, y proteína bruta, PB) inicial del mallín.
- Los requerimientos nutricionales (equivalentes animales del tipo ovinos, vacunos) y categoría (ovejas, corderos, terneros, etc.) utilizada.

A los fines prácticos, un mallín húmedo con una biomasa disponible inicial de 3000 kg MS/ha, 68% de DMS y 14% de PB, permite engordar (cambio de categoría) 25 ovejas de refugio/ha (Req. 0,7 EOP/Ov) de 43 kg o 29 corderos flacos/ha (Req. 0,6 EOP/Cor) de 14 kg durante 60 días (enero y febrero). De la misma manera, en el mallín descrito se pueden engordar hasta el destete 2,5 terneros/ha (Req. 4,1 EOP/Ter) de 160 kg durante 90 días (enero a marzo). Sin embargo, se aconseja el pastoreo rotativo con descansos en potreros, ya que, implica un aprovechamiento uniforme del pastizal y colabora en paliar la degradación de los mallines. En este caso, se requiere establecer el tiempo de permanencia del ganado en cada potrero. Más detalles en Utrilla *et al.* (2005).

**Equipo necesario:** Alambrado tradicional con alambre de alta resistencia y de púas (para vacunos), postes y varillas de madera, torniquetes y alambre para atar. Alambrado eléctrico con alambre de mediana resistencia, postes y varillas de madera dura, torniquetes, aisladores, electrificador y voltímetro, batería y pantalla solar.

**Mantenimiento:** El alambrado tradicional puede requerir el reemplazo de algún poste quebrado y/o varillas rotas y se aconseja un mantenimiento anual del material de un 25 %. En cambio, el alambrado eléctrico implica un mantenimiento anual más intensivo (50-60 %) que abarca el posible reemplazo de postes, varillas y aisladores y el control del equipo electrificador.



Figura 11. Vista general de mallines húmedos y subhúmedos con ganado. Valle del Río Coyle.

#### 4. Nombre de la práctica: Manejo silvopastoril de bosques de ñire

**Definición:** El manejo silvopastoril asume el desafío de la producción sustentable del bosque nativo: compatibilizar las demandas de una población en continuo crecimiento, en un contexto de acelerado cambio climático, minimizando el cambio en el uso del suelo y la pérdida de biodiversidad.

**Objetivo:** Contribuir al uso sustentable de los bosques nativos como una herramienta de desarrollo frente al cambio de uso del suelo.

**Condiciones para su aplicación:** En Santa Cruz, 55 estancias con bosque de ñire abierto, con altas coberturas y diferentes grados de disturbios.

**Superficie estimada de aplicación:** 250.000 ha

**Normas técnicas:** Un manejo silvopastoril sustentable (ecológicamente viable, económicamente factible y socialmente deseable) en ñirantales debe enmarcarse en Planes de Manejo que incorporen la realización de (Peri *et al.*, 2016; Peri *et al.*, 2016):

- i) Inventario forestal y manejo silvícola (Figura 12): El manejo forestal tendría que incorporar Planes de Manejo de largo plazo que tiendan a mantener en

el tiempo los niveles de uso del bosque nativo ajustándose a las Leyes Forestales Provincial N° 3.142 y Nacional N° 26.331 y que sirva como herramienta de los organismos de fiscalización y control. Para las Direcciones de Bosques provinciales y asesoramiento de los extensionistas al sector productivo, será necesario cumplimentar las siguientes etapas a lo largo del sistema de producción:

- Realizar un inventario forestal para determinar las variables biométricas y geográficas de los bosques de ñire que se usarán como sistema silvopastoril. Estas deberán incluir la densidad y estado de la regeneración.
- Con los resultados del inventario forestal, se elabora un Plan de Manejo que incluye la información de base (estado legal, forestal y económico) y la planificación de las actividades silvícolas y de aprovechamiento para un período de 5 años.
- En el caso de ser necesario deben solicitar los permisos correspondientes para la construcción de los caminos.
- Una vez definidos las áreas de corta (área anual a intervenir), se deben realizar la marcación, la ubicación de las vías de saca y los canchones de acopio.
- Una vez realizada la corta, se efectúa la extracción de los productos madereros a los canchones de acopio. La mayoría de las veces los productos madereros deben ser fiscalizados antes de ser extraídos de los canchones de acopio. La propuesta silvícola presenta guías de manejo respecto al tipo e intensidad de los raleos, y aspectos relacionados a la continuidad del estrato arbóreo bajo uso silvopastoril. Los resultados de los trabajos de investigación indican que la intensidad de raleo está en función de la interacción entre el régimen hídrico y los diferentes niveles de sombra, los cuales han sido los factores principales que limitan la productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles. Integrando el conocimiento generado hasta la fecha y conceptos de practicidad operativa se proponen dos intensidades de raleo para diferentes sitios de ñirantales, quedando excluidos de intervención silvícola aquellos bosques con alturas finales de árboles dominantes menores a los 4 m debido a la fragilidad ambiental del ecosistema y por poseer una alta riqueza florística.
- Continuidad del estrato arbóreo: La rentabilidad a largo plazo del sistema silvopastoril depende entre otras cosas de mantener el estrato arbóreo. La permanencia del dosel del bosque tendrá los objetivos de mantener la productividad de pasto, el reparo para los animales y los servicios ambientales (control de erosión, calidad de agua, biodiversidad). La continuidad del estrato arbóreo bajo uso silvopastoril no puede asegurarse a través de la regeneración por semillas, por lo cual se deberían aplicar otras técnicas silviculturales que mantengan la sustentabilidad del sistema. En este sentido, los cierres temporales que protegen a la vegetación del pastoreo y el ramoneo permiten la regeneración de los árboles y su crecimiento hasta una altura suficiente para quedar fuera del alcance de los animales (> 2,5 m).

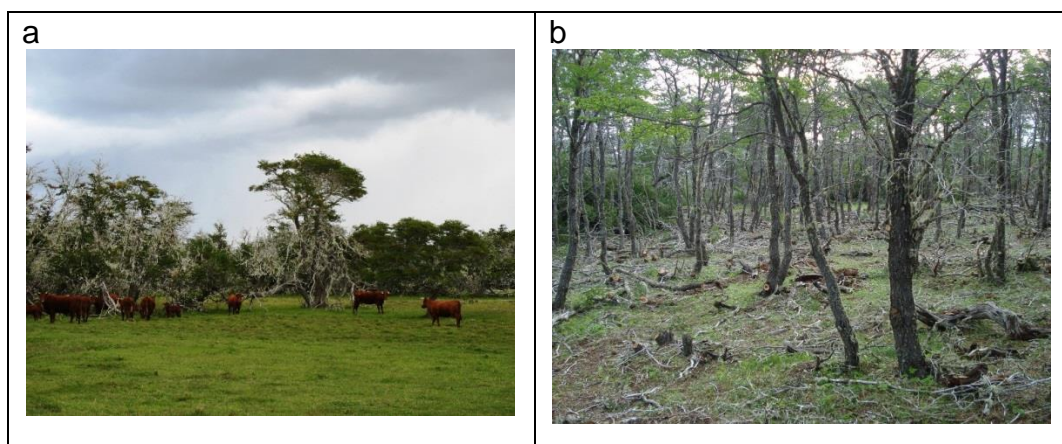


Figura 12. a) Uso silvopastoril de ñirantales con ganado bovino en la Estancia Morro Chico, y b) ejemplo de raleo en bosque coetáneo de ñire (42 años de edad) en Estancia Cancha Carrera, Provincia de Santa Cruz.

ii) Evaluación de pastizales, ajuste carga animal: Para garantizar el uso silvopastoril de los ñirantales en el marco de la sustentabilidad, también es necesario que el Plan de Manejo incorpore una Evaluación de Pastizales, que permita tomar decisiones de manejo para optimizar la producción ganadera. La Evaluación de Pastizales dará lugar a la planificación del pastoreo, el cual consiste en:

- Estimar la receptividad de los potreros.
- Asignar el tipo de animal por potrero priorizando según situación, objetivos y requerimientos.
- Definir el sistema de pastoreo analizando las ventajas de pastoreo continuo versus pastoreo rotativo.
- Definir el número de cabezas según receptividad, categoría animal y época de uso.

El método de evaluación de pastizales (Ñirantal Sur- San Jorge) adaptado al ecosistema de ñirantales en Patagonia Sur (Santa Cruz y Tierra del Fuego), sirve como herramienta técnica para estimar la capacidad de carga animal en sistemas silvopastoriles a nivel predial. El mismo se basó en la estimación de la Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) del pastizal para diferentes condiciones del ñirantal y momentos de uso (primavera o pico de biomasa, verano, otoño e invierno), siendo a su vez de fácil uso, ya que las únicas variables que deben tomarse a campo son: la cobertura de copas, la clase de sitio expresado por la altura promedio de los árboles dominantes y la cantidad de residuos leñosos.

- iii) Separación de ambientes: Es una de las prácticas más importantes dentro del manejo silvopastoril (Figura 13), ya sea con ovinos o bovinos en pastoreo. Entre otras cosas, permite un aprovechamiento más homogéneo del pastizal natural, al mismo tiempo que permite planificar el momento del año más adecuado para el uso de cada ambiente. Al separar ambientes es importante considerar que los animales dispongan de agua suficiente y piso seco para el descanso.

Los ovinos particularmente, aprovechan la heterogeneidad del paisaje para cubrir sus necesidades dietarias y de confort térmico. El momento más ventajoso del uso del bosque es primavera hasta comienzos de diciembre, reservando la vega para el verano. Sin embargo, en sitios con abundante superficie de bosque, su uso puede extenderse al invierno, brindando mayor confort térmico y accesibilidad al pastizal en comparación con la estepa. Si se aplican pastoreos rotativos de alta carga animal, es recomendable llevarlos adelante entre fines de primavera y verano, momento en el cual hay un activo crecimiento del pastizal.

Los movimientos frecuentes pueden permitir hasta dos usos por año de la misma superficie. Por último, al implementar sistemas de pastoreo rotativo donde el movimiento de cuadros es frecuente, es importante considerar la red de accesos a los cuadros, facilitando el arreo del ganado y evitando el pisoteo excesivo de áreas sensibles.

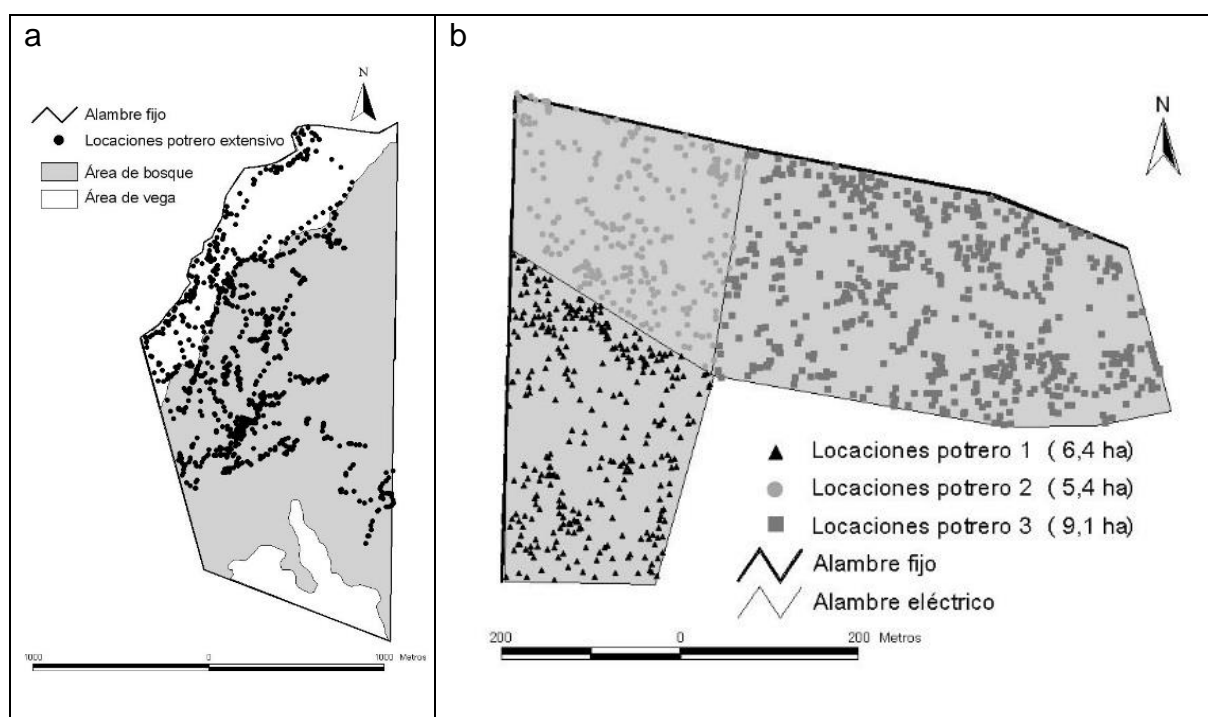


Figura 13. a) Locaciones grabadas a través del uso de collares GPS en vacunos en primavera para los potreros extensivo (348 ha de bosque y 150 ha de vega), y b)

intensivo (solo bosque de ñire, 20,9 ha) al cabo de 8 días de medición en estancia San Pablo. Tierra del Fuego.

- iv) Conservación del ñirantal bajo uso silvopastoril: Dentro de los predios deben considerarse áreas de conservación. Respecto a los cauces de ríos y arroyos se deberá dejar una zona de protección de 15 a 60 m. Se deberá evitar que las vías de saca de madera crucen cauces de ríos o arroyos o humedales. Los márgenes de lagunas y cauces deberían mantener la vegetación arbórea o arbustiva original minimizando las aberturas para el consumo por parte de los animales. Además, la propuesta de manejo podría incluir la formación de bosques coetáneos en etapas sucesivas (e.g. cada 20 años) de manera de establecer, a una escala de predio, bosques disetáneos que permitan mantener en todo momento bosques maduros que favorezcan la biodiversidad del sistema. En este sentido, para el mantenimiento de aves insectívoras de tronco deberán dejarse individuos enfermos y muertos; y mayores a 40 cm de diámetro para el anidamiento de aves como el carpintero magallánico o la lechuza ñacurutú. Asimismo, áreas de mantenimiento de arbustos permitirán la conservación de numerosas especies de aves e insectos.

**Equipo necesario:** Para la separación de ambientes puede usarse alambre permanente o eléctrico. Este último es más económico, pero conlleva el riesgo de roturas por caída de ramas y por guanacos, o falta de eficiencia con alta presión de animales.

**Mantenimiento:** Debido al largo plazo que caracteriza a los procesos que ocurren en los bosques, resulta imprescindible monitorear los efectos de las intervenciones como el impacto en la producción, biodiversidad y estabilidad del rodal respecto al viento. Para el monitoreo se sugiere utilizar los 23 indicadores de sustentabilidad consensuados en el Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI) de Patagonia. Estas mediciones no solo contribuirán con información para mitigar los posibles efectos negativos para el ñirantal, sino que permitirán elaborar protocolos de manejo que faciliten su sustentabilidad. Herramientas de este tipo son demandadas por los organismos provinciales o nacionales de fiscalización y control.

## 5. Nombre de la práctica: Inundación de mallines por redistribución del agua superficial durante crecidas estacionales

**Definición:** Se construyen azudes niveladores en brazos principales de un río para incrementar la superficie húmeda de los mallines durante los momentos de crecida estacional, mejorando la distribución de los desbordes naturales mediante el aprovechamiento de canales y meandros desactivados naturalmente, en una superficie más amplia. Al mismo tiempo, el aumento del tirante aguas arriba de las

obras, no solo facilita la captación y almacenamiento, sino que también permite la regulación de caudales útiles y contribuye al mantenimiento de una freática más elevada durante el comienzo de la estación seca.

**Objetivo:** Aumentar la productividad de un sistema ganadero mixto (ovino-bovino) de la Patagonia a través del mejoramiento del pastizal natural en respuesta a la distribución del agua superficial.

**Condiciones para su aplicación:** Se aplica en mallines, ambientes distribuidos en toda la Patagonia, en climas que van desde templado semiárido de Meseta a frío Altoandino, con precipitaciones medias anuales desde los 150 mm en la Estepa central y costera, hasta los 800 mm en la zona Subandina. Son áreas bajas de relieve suavemente cóncavo, con tamaño y pendiente variable y origen geológico diverso con aportes naturales de agua superficial y/o subsuperficial, con características edáficas que permiten una buena distribución y almacenamiento del agua. Los mallines desarrollados en valles glacifluviales suelen presentar un cauce central que se desborda en canales secundarios o meandros de menor tamaño en los períodos de crecida estacional, sea por deshielo o lluvias. Desde el punto de vista ganadero, estos ambientes son una fuente de agua de bebida para los animales y tienen una productividad forrajera de hasta 80 veces la de las estepas circundantes y valores de digestibilidad y proteína bruta muy superiores. Estos ambientes presentan generalmente un sector seco en los bordes exteriores con productividades de entre 350 y 450 Kg MS/ha y proteína bruta del 15% y un sector húmedo con productividad de entre 3.600 a 8.200 kg MS/ha y proteína bruta del 13 %. Los ríos asociados a estos ambientes son de alimentación pluvial-nival, y presentan marcados ciclos de crecida (primavera) y estiajes prolongados, durante los cuales el curso de agua se puede detener. Dependiendo de cómo se presentan los inviernos, las crecidas pueden ser súbitas y de corta duración, con la oferta de grandes volúmenes en poco tiempo (de 0,5 a 5,0 m<sup>3</sup>/s) que inundan puntos concentrados de los campos, para desaparecer

en poco tiempo. El desarrollo natural de los pastizales queda circunscrito a las áreas adyacentes a los cursos que mantienen agua en forma permanente o a unas pocas zonas temporarias que son afectadas por esta dinámica.

Existen meandros y otras formas hidráulicas desactivadas que permitirían la redistribución del agua para aprovechar desbordes estacionales de caudales, mejorando la distribución de la oferta estacional de agua y con ello, estimular y potenciar la producción natural de pastizales.

**Superficie estimada de aplicación actual y potencial:** Existe un ejemplo de intervención en el río Coyle con una superficie estimada de riego de 380 ha con una dotación de riego de 0,3 m<sup>3</sup>/s. La superficie total del mallín es de 3.551 ha y está compuesto por comunidades vegetales que varían en función del tipo de suelo y humedad del perfil del suelo.

Los mallines a los que se podrían aplicar este tipo de prácticas alcanzan en la Provincia de Santa Cruz una superficie de 882.600 ha de los cuales poco menos del 72% se concentra en la región Centro y Sur.

**Normas técnicas:** Se debe escoger un sitio del río con estabilidad natural para el emplazamiento de azudes niveladores y que tenga canales secundarios y meandros desactivados del cauce natural, para colocar compuertas de regulación. Se realiza un relevamiento topográfico del área para definir la cota de coronamiento de la obra transversal.

Los azudes se diseñan con colchonetas, gaviones, membrana geotextil y canto rodado de 10 cm o mayor diámetro. El montaje se realiza mediante una excavación y nivelación del lecho inicial en cada cauce en donde se acomodan, de abajo hacia arriba, una membrana geotextil, colchonetas de 5,00 x 2,00 x 0,23 m y luego de rellenarse éstas se cubren con gaviones de 2,00 x 1,00 x 0,50 m transversales a la sección del curso. Para lograr mayor estabilidad de la obra se colocan a cada lado gaviones de 2,00 x 1,00 x 1,00 m empotrados lateralmente en el borde del cauce del río, para dar forma de vertedero al azud.

Toda la estructura se cose con alambre dulce galvanizado. Sobre los laterales se plantan estacas de sauces, cuyo sistema radical contribuye a la estabilización de la obra. Por último, aguas arriba del azud se coloca el material de la excavación y algo de canto rodado, a fin de evitar el impacto directo del agua sobre los gaviones, y para evitar que durante los deshielos los planchones arrastrados por el río dañen la estructura o corten los alambres.



Figura 14. Azud nivelador sobre el cauce principal del río Coyle - Ea. Ruben Aike - Sur de la Provincia de Santa Cruz.

**Equipo necesario:** Retroexcavadora para preparar el terreno donde se emplazan los azudes y las compuertas de regulación, así como para dar la profundidad y sección adecuada a los primeros metros en los canales de conducción. Camión para el traslado del canto rodado. Palas, carretillas, pinzas y tenazas.

**Mantenimiento:** Las obras casi no tienen partes móviles, por lo que el mantenimiento regular es mínimo y de baja complejidad, accesible a las capacidades locales y recursos disponibles para un establecimiento agropecuario. El personal de la estancia debe hacer una revisión cada vez que se recorre la zona y mantener sana la estructura de alambres y la compuerta de regulación. Una obra de este tipo en la estancia Ruben Aike, en el río Coyle, ha sido ya funcional durante siete años sin gran demanda de mantenimiento (Figura 14).

## 6. Nombre de la práctica: Remediación de suelos contaminados por bioestimulación

**Definición:** Se realizan fertilizaciones y laboreos intensos del suelo contaminado por derrames de hidrocarburos para estimular la biorremediación por microorganismos nativos (Figura 15).



Figura 15: a) Laboreo del suelo mensual mediante rotocultivadores e implementos de mano para no disturbar los arbustos y aspecto del suelo luego de repetidos laboreos, y b) surcado para siembra.

**Objetivo:** Reducir el contenido de hidrocarburos en el suelo *in situ*, sin decapitarlo y conservando la estructura de la vegetación arbustiva. Estabilizar el suelo laboreado para evitar la erosión y mejorar la estructura mediante la siembra de una planta anual acompañante y simultáneamente sembrar especies nativas perennes claves para lograr la rehabilitación del pastizal natural en 2-3 años.

**Condiciones para su aplicación:** Suelos afectados por contaminación de hidrocarburos sin metales pesados y sin elevado contenido de sales.

## **Superficie estimada de aplicación:** Experiencias en 3 ha

**Normas técnicas:** Una vez contenido el derrame y drenado el sitio se analiza el contenido de hidrocarburos (que puede estar entre 5-10% y se fertiliza el área con dosis de 80 kg/ha de fosfato di amónico y 100 kg/ha de urea NPK (>100 kg/ha N). El suelo se laborea para lograr la degradación aeróbica del hidrocarburo por parte de las bacterias naturales del suelo. Fertilizaciones y laboreos se repiten mensualmente mediante tractor con cincel y vibro cultivador y moto cultivadores de mano entre los arbustos. Se realizan exámenes periódicos de contenido de hidrocarburo del suelo hasta que desciende a niveles aceptables por la legislación Ley N° 2.567 Reglamentada por Decreto N° 712/02 (<1%), en la experiencia obtenida esto ocurre no antes del quinto mes de laboreo. Se prepara el suelo mediante surcador o aporcador realizando surcos profundos. Se escarifican áreas compactadas por el tránsito de maquinarias y se trabajan con surcador de zapatas. Sobre estos surcos se siembran al voleo alrededor de 70 kg/ha de centeno como cultivo acompañante. Más detalles en Oliva *et al.*, (2005).

**Equipo necesario:** Tractor con cincel, vibro cultivador y rotobacter y rotocultivadores para áreas arbustivas. Azadas y rastrillos de mano.

**Mantenimiento:** Una vez lograda la remediación, la superficie se escarifica y no requiere más actividades, aunque se recomienda la clausura. El cereal se establece en la primera temporada, pero por no contar con un clima adecuado para la maduración de la semilla, desaparece y da lugar a especies nativas.

## **7. Nombre de la práctica: Escarificación de superficies compactadas y siembra de especies nativas**

**Definición:** Se descompacta y airea el suelo en áreas afectadas por el tránsito de maquinarias pesadas y se crean sitios seguros para la acumulación de recursos transportados por el viento mediante surcos profundos. Se siembran o plantan especies nativas perennes.

**Objetivo:** Descompactar y sembrar especies nativas perennes claves para lograr la rehabilitación del pastizal natural en 2-3 años.

**Condiciones para su aplicación:** Suelos compactados sin contaminación de hidrocarburos, metales pesados o sales.

**Superficie estimada de aplicación:** 3 ha.

**Normas técnicas:** Se prepara el suelo mediante surcador o aporcador realizando surcos profundos. Se escarifican áreas compactadas por el tránsito de maquinarias y se trabajan con surcador de zapatas. Se realiza una siembra de especies forrajeras

nativas Coirón Poa (*Poa duseii*) y Coirón blanco (*Festuca pallescens*) obtenidas manualmente de semilleros naturales (Figura 16).

La semilla se seca, se trilla y se analiza en cuanto a poder germinativo. Se siembran a densidades de alrededor de 10 kg/ha en el fondo de los surcos mediante un cajón sembrador y un aporcador para obtener unas 80 semillas viables/m<sup>2</sup> de gramíneas nativas y las que se van incorporando por dispersión para regenerar un pastizal con niveles de cobertura y diversidad similares al nativo (Oliva et al., 2005).



Figura 16. a) Cosecha de semillas de la gramínea nativa *Festuca pallescens* (coirón blanco), b) cajón sembrador con cinceles, y c) líneas de gramíneas establecidas al cabo de 5 años.

**Equipo necesario:** Tractor con cincel y rotobacter y rotocultivadores para áreas arbustivas. Azadas y rastrillos de mano. Tijeras, bolsas de arpillera para la cosecha. Tamices para la trilla. Cajón sembrador y cincel o aporcador para la siembra.

**Mantenimiento:** Una vez establecido el cereal acompañante el área se clausura por dos años para permitir el establecimiento de las gramíneas nativas. Al cabo de este tiempo se puede volver el campo al pastoreo normal.

## 8. Nombre de la práctica: Implantación de pasturas en áreas degradadas

**Definición:** Consiste en la siembra de especies forrajeras en sitios de baja producción forrajera, ya sean originalmente estepas arbustivas de mata verde (*Lepidophyllum cupressiforme*), mata negra (*Junellia tridens*) o estepas gramíneas degradadas.

**Objetivo:** Aumentar la cobertura vegetal y productividad forrajera de sitios arbustivos y/o gramíneos degradados y permitir la colonización de especies nativas del pastizal en el mediano-largo plazo.

**Condiciones para su aplicación:** Se recomienda la siembra en ambientes semiáridos con un régimen de lluvias superior a los 150 mm hasta 300 mm, con suelos de textura arenosa o arcillosa, sin salinidad (< a 2 dS/m) o sodicidad (< 6 Porcentaje de Sodio de Intercambio, PSI) o con ligeros problemas (2-4 dS/m y 6-10 PSI, respectivamente) y que tengan baja productividad primaria (< a 100 kg MS/ha).

**Superficie estimada de aplicación:** La implantación de pasturas en los sitios degradados descriptos abarcan en la actualidad más de 5.000 has en el Sud-Este de la Provincia de Santa Cruz.

**Normas técnicas:** En el caso de los sitios con arbustos, se realiza el corte y triturado con máquina o triturado de las matas con rodillo con clavos. A continuación, se llevan a cabo sucesivas rastreadas de preparación del terreno con rastra excéntrica y doble acción y finalmente la siembra con máquina o con rastra y cajón sembrador. Las especies seleccionadas para la práctica en las estepas arbustivas y gramíneas son gramíneas del género *Agropyron* (Figura 17 y Figura 18), tales como: agropiro alargado (*Thinaphyrum ponticum*), crestado (*Agropyron cristatum*), intermedio (*A. intermedium*) y pubescente (*A. trichophorum*). En las estepas gramíneas con lluvias entre 250-300 mm se pueden sembrar pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) puro o en mezcla con alguno de los agopiros descriptos. Las pasturas sembradas pueden alcanzar coberturas vegetales superiores a 30% (pasto ovillo) y 50% (agropiro alargado) y rendimientos que oscilan, según las condiciones ambientales, entre 600 y 1400 kg MS/ha (Agopiros) y entre 1300 y 1500 kg MS/ha (Pasto ovillo).



Figura 17. Pastura de agropiro alargado sembrada en una estepa gramínea de *Festuca gracillima*.



Figura 18. Pastura de agropiro alargado implantada en un sitio de estepa arbustiva de mata verde.

**Equipo necesario:** Tractor, máquina cortadora y trituradora de matas, rodillo con clavos, rastra de discos excéntrica (tipo Rhome) y doble acción, máquina sembradora, rastra con cajón sembrador, rodillos, semillas de especies forrajeras, materiales para alambrado tradicional (alambre de alta resistencia y de púas (para vacunos), postes y varillas de madera, torniquetes y alambre para atar) o para alambrado eléctrico (alambre de mediana resistencia, postes y varillas de madera dura, torniquetes, aisladores, electrificador y voltímetro, batería y pantalla solar).

**Mantenimiento:** Ídem práctica n° 3: Manejo estratégico de mallines.

## 9. Nombre de la práctica: Intersiembra de pasturas en mallines degradados

**Definición:** Consiste en la siembra con un laboreo mínimo del suelo de especies forrajeras más productivas y palatables que el pastizal natural de los mallines (Figura 19). Las especies introducidas deben estar adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas.

**Objetivos:** Mejorar la cobertura vegetal, controlar la erosión y aumentar la productividad y calidad nutricional de la vegetación de los mallines mediante la técnica de intersiembra con máquina de especies forrajeras.

**Condiciones para su aplicación:** Se recomienda para la siembra que el pastizal natural sea de baja altura y con una mínima cobertura vegetal para reducir la competencia con las especies introducidas, y con pocas especies forrajeras deseables. Se aconseja aplicar la técnica en mallines con problemas moderados de salinidad (8 – 16 dS/m) y sodicidad (10 – 15 PSI) edáfica, reducida producción forrajera (300-400 kg MS/ha/año) y buena disponibilidad de agua. El relieve del terreno debería ser plano y sin desniveles pronunciados para asegurar una siembra óptima e implantación pareja de la pastura.

**Superficie estimada de aplicación:** La adopción de la intersiembra en los mallines se encuentra limitada por las irregularidades del terreno, la variación en la humedad, tipo de suelos, composición de la vegetación y productividad del pastizal. Sin embargo, hay algunas experiencias de aplicación de la técnica en potreros con mallines subhúmedos o secos con una superficie inferior a las 100 has.



Figura 19. Vista de la interseembra de una vega en el límite Este del Complejo Andino de Santa Cruz.

**Normas técnicas:** Consiste en elegir un mallín subhúmedo o seco con baja cobertura vegetal y productividad y de relieve plano. Previo a la interseembra, se debe pastorear o cortar el pastizal natural para disminuir la interferencia con las especies forrajeras introducidas. Resulta imprescindible realizar un análisis físico-químico inicial del suelo para describir su textura, pH, presencia de sales y sodio y fertilidad. En función de estos parámetros y del clima del área, se elegirán las especies forrajeras adaptadas que deberán ser de rápida implantación, persistentes por resiembra, alta tolerancia al pastoreo y a suelos de baja fertilidad y con un período de crecimiento prolongado. e.g., se puede implantar agropiro alargado (*Thinaphyrum ponticum*), festuca alta (*Festuca arundinacea*) y trébol de olor amarillo (*Melilotus officinalis*). Según experiencias en mallines inter-sembrados con agropiro alargado en Chubut, los rendimientos superan los 2000 kg MS/ha. La interseembra se realizará mediante una máquina con abre-surcos de discos, cincel, zapatas (más recomendable) o rotativo. Según el análisis de suelos, se realizará una fertilización (nitrogenada y fosforada) de base y otra (nitrogenada) durante el macollaje de las forrajeras sembradas para favorecer el crecimiento de la pastura. La época más recomendable para realizar la interseembra es el otoño en virtud de que la competencia del pastizal natural es menor y que la humedad excesiva en el suelo limita la realización de los laboreos. Luego de la siembra, se debería cercar el mallín con alambrado para evitar el ingreso del ganado durante el período de implantación de la pastura. Más detalles en Ciano (2004).

**Equipo necesario:** Tractor y máquina inter-sembradora, semillas de especies forrajeras, fertilizantes, materiales para alambrado tradicional (alambre de alta resistencia y de púas para vacunos), postes y varillas de madera, torniquetes y

alambre para atar o para alambrado eléctrico (alambre de mediana resistencia, postes y varillas de madera dura, torniquetes, aisladores, electrificador y voltímetro, batería y pantalla solar).

**Mantenimiento:** Ídem práctica n° 3: Manejo estratégico de mallines.

## Bibliografía

- Borrelli, P., and G. Oliva. 2001. Evaluación de Pastizales. Pp. 163-168. En: P. Borrelli and G. Oliva, Editores. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral: Tecnología de manejo extensivo. INTA, Buenos Aires.
- Castro, J. 1983. Manual para la recuperación de áreas erosionadas en la Patagonia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Trelew, Puerto Madryn.
- Ciano, N. (Editor). 2004. Intersiembra de Mallines en La Patagonia Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Oliva, G., D. Ferrante, S. Puig, and M. Williams. 2012. Sustainable sheep management using continuous grazing and variable stocking rates in Patagonia: a case study. *The Rangeland Journal* 34:285-295.
- Oliva, G., L. González, P. Rial, and E. Livraghi. 2001. Cap. 2. El ambiente en la Patagonia Austral. En: P. Borrelli and G. Oliva, Editores. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Oliva, G., J. Luque, A. Cesa, D. Ferrante, J. Kofalt, H. C. Dassen, E. Rivera, G. Humano, and E. D'Elia. 2005. Rehabilitación con bioestimulación y gramíneas nativas de un derrame en la trampa Scraper Las Horquetas, Santa Cruz. Pp. 15. 6° Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo, Neuquen.
- Oliva, G., V. Torres, and P. Paredes. 2015. Provincia de Santa Cruz. Pp. 255-273. En: R. Casas and G. Albarracin, Editores. El deterioro del ambiente en Argentina FECIC-PROSA, Buenos Aires. Prosa. ISBN 978-950-9149-39-7.
- Paredes, P. 2016. Análisis de médanos en los bajos sin salida Ea. Markatchaike. INTA EEA Santa Cruz, Rio Gallegos.
- Peri, P. L., H. A. Bahamonde, M. V. Lencinas, V. Gargaglione, R. Soler, S. Ormaechea, and G. M. Pastur. 2016. A review of silvopastoral systems in native forests of *Nothofagus antarctica* in southern Patagonia, Argentina. *Agroforestry Systems* 90:933-960.
- Peri, P. L., N. E. Hansen, H. A. Bahamonde, M. V. Lencinas, A. R. von Müller, S. Ormaechea, V. Gargaglione, R. Soler, L. E. Tejera, and C. E. Lloyd. 2016. Silvopastoral systems under native forest in Patagonia Argentina. Pp. 117-168. *Silvopastoral Systems in Southern South America*. Springer.
- Utrilla, V., M. Brizuela, and A. Cibils. 2005. Riparian Habitats (Mallines) of Patagonia: A Key Grazing Resource for Sustainable Sheep-Farming Operations. *Outlook on AGRICULTURE* 34:55-59.