



**INIA**

# Prácticas conservacionistas de suelo y agua para la Región de Aysén



Oswaldo Teuber W., Jorge Carrasco J., Andrés Naguil T.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INFORMATIVO N°39

El programa **“Innovación en Prácticas Sustentables para la Adaptación al Cambio Climático”**, que es financiado por el Gobierno Regional de Aysén, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad-FIC, está implementando y evaluando diferentes prácticas conservacionistas de suelo y agua, en un trabajo conjunto con el proyecto **“Manejo Sustentable de la Tierra”** en su área Piloto Coyhaique, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por su sigla en inglés) y ejecutado localmente por CONAF.

La Región de Aysén enfrenta importantes problemas de erosión y degradación de suelos, como también de pérdida de la vegetación, que se vienen observando desde hace décadas (Figura 1).



**Figura 1.** Laderas erosionadas, con pérdida de cubierta vegetal y suelo.

De acuerdo a datos de CIREN (2010), el 24% de los suelos de Aysén están erosionados (ligera, moderada, severa y muy severamente), pero el riesgo de erosión potencial alcanza el 45%. Estos problemas ambientales se iniciaron con la colonización, cuando parte importante de la superficie de bosques de la región de Aysén fue eliminada, a través de las quemas con fuego, con el fin de habilitar terrenos para la producción ganadera (Figura 2).



**Figura 2.** Laderas de praderas y producción ganadera, con claros signos de degradación y erosión de suelos.

La erosión y degradación de suelos, desafortunadamente, se ha agudizado en algunos sectores de la región, debido principalmente a la realización de prácticas silvoagropecuarias inadecuadas (fuego y deforestación, sobrepastoreo, sistemas de labranza inadecuados), a procesos geológicos propios del suelo y a condiciones climáticas adversas.

## Prácticas silvoagropecuarias que aumentan erosión y degradación

- Pérdidas de masas boscosas en terrenos de aptitud forestal, unido al sobrepastoreo de ganado ovino y bovino, han generado pérdidas de la biodiversidad, afectando la renovación natural de los bosques, generando además procesos de erosión de suelos.
- El sobrepastoreo que reduce la cobertura vegetal de las praderas, así como su capacidad de recuperación. Lo anterior afecta la capacidad que tiene una pradera en el control de la erosión, porque se reduce el porcentaje de cobertura vegetal que evita el impacto directo de la lluvia sobre el suelo. Además de poseer un menor efecto de reducción de la velocidad de escurrimiento del agua sobre la superficie, así como de la capacidad de facilitar la infiltración de ella en el perfil de suelo.
- El pastoreo animal cercano a fuentes de agua, así como el laboreo agrícola, han generado erosión de las orillas de ríos y arroyos, lo cual ha provocado contaminación de sus aguas, por sedimentos de suelo y deyecciones directas de los animales a las fuentes de agua.
- La actividad agrícola en sectores frágiles, como laderas con fuertes pendientes expuestas a la erosión por agua y/o viento, han generado pérdidas considerables de suelo, agudizando las pérdidas de su fertilidad química, física y biológica y de su potencial productivo.

Sin embargo, existen prácticas sustentables que permitirían evitar daños ambientales futuros o en algunos casos revertir y/o mitigar los daños ambientales ya existentes. Al mismo tiempo, muchas de estas prácticas contribuirían a la adaptación de los sistemas silvoagropecuarios al cambio climático, en particular en lo que dice relación con la captación y acumulación de aguas lluvias en el perfil del suelo, para cuando las precipitaciones se hacen escasas.

En este sentido, a través de la ejecución del programa FIC “Innovación en Prácticas Sustentables para la Adaptación al Cambio Climático”, INIA Tamel Aike implementará, manejará y evaluará diferentes prácticas conservacionistas de suelo y agua, entre las que se pueden encontrar:

## CERO LABRANZA:

Se denomina cero labranza al establecimiento de un cultivo sin preparación de suelo convencional. La semilla se localiza en surcos sin remover el suelo, con un ancho y profundidad suficiente para una adecuada cobertura y contacto de la semilla con este. Se le denomina también como siembra directa, es decir, se siembra sobre el rastrojo o residuo del cultivo anterior, sin haber preparado el terreno. Esta labor de cero labranza, se realiza con una sembradora especial (Figura 3), de las cuales existen varios modelos en el mercado nacional, que se caracterizan por abrir en el suelo un surco o banda, ya sea con sistemas de discos o zapatas, que permiten generar un ancho y profundidad suficiente, para obtener un adecuado establecimiento de semillas del cultivo a establecer. Es condición indispensable el eliminar previamente las malezas y la cubierta vegetal existente en el terreno, que incluye las del cultivo anterior, lo cual se realiza con herbicidas de tipo sistémico.

Al evitar la preparación de suelo, la cero labranza genera una serie de beneficios económicos y ambientales, principalmente: a) previene la erosión del suelo, al no ser necesario el uso de arados y rastras para la preparación del mismo; b) incrementa la materia orgánica, la cual al descomponerse aumentan el nivel de nutrientes del suelo; c) preserva y mejora la estructura del suelo, principalmente sus propiedades físicas; d) mejora la infiltración de agua y la aireación del suelo; e) aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo, lo cual es importante en períodos de escasez de lluvias; f) disminuye la aparición de malezas y; g) es de menor costo que los cultivos de labranza tradicional.



**Figura 3.** Máquina de cero labranza, en faena de siembra. Obsérvese los surcos e hileras de siembra que va abriendo la máquina.

## LABRANZA VERTICAL:

En la actualidad, se observa una tendencia a disminuir la labranza convencional debido al fuerte incremento de los precios del combustible y de la maquinaria, que no se ha visto compensado por un aumento en los precios de los productos agrícolas. Gracias a ello, un elevado número de agricultores del país, ha ido relegando el arado de vertedera y de discos, comenzando a utilizar sistemas alternativos de manejo conservacionista del suelo, como lo es la labranza vertical.

Como su nombre lo indica, la labranza vertical corresponde al uso de implementos, como arado cincel o arado subsolador escarificador, que generan un rompimiento o "laboreo" vertical del perfil del suelo, sin generar inversión ni movimiento del mismo (Figura 4). Su uso es recomendable en suelos que presentan capas compactas y/o impermeables, producto del exceso de uso de la labranza convencional,



**Figura 4.** Arado escarificador y rodillo compactador, realizando labranza vertical y sellado del suelo sobre pradera permanente.

exceso de pisoteo de animales en épocas lluviosas, y exceso de movimiento de maquinarias pesadas sobre el suelo, que van compactándolo. Cabe señalar que la compactación de suelo disminuye la infiltración del agua, por lo cual parte importante de ella escurre sobre la superficie del terreno, y con ello incrementa la tasa de erosión y el escurrimiento superficial. De esta forma, se reduce el crecimiento de las plantas, por existir un menor volumen de suelo útil para explorar por nutrientes y agua, afectando con ello el rendimiento final.

El uso de implementos de labranza vertical, como arado cincel o escarificador subsolador producen además de la remoción vertical, un resquebrajamiento o roturación del suelo en forma lateral, lo que mejora las propiedades físicas del suelo, al disminuir la densidad aparente y aumentar la porosidad del mismo. Entre los principales efectos benéficos están: a) reconstrucción de la estructura del suelo; b) menores emisiones de CO<sub>2</sub>; c) menor uso de energía; d) mejoramiento de la aireación y retención de humedad, lo que favorece una mayor exploración de raíces y con ello una mayor producción de los cultivos.

## MÍNIMA LABRANZA:

Al igual que la cero labranza y la labranza vertical, la mínima labranza corresponde a un sistema de conservación de suelo, que tiene como objetivo alcanzar una exitosa producción de cultivos, pero con una mínima manipulación o movimiento de este. Con este sistema, no se invierte el suelo y sólo se realiza labranza secundaria en muy bajo grado. Es decir, es un sistema que limita las operaciones de labranza a aquellas que son esenciales para la producción de los cultivos y para prevenir cambios negativos en el suelo. Este sistema generalmente deja al menos un 30% de residuo sobre la superficie del suelo, lo cual se realiza con maquinaria específica.

Una ventaja importante de la mínima labranza es que los cultivos pueden ser sembrados inmediatamente después de que el cultivo anterior haya sido cosechado y, por lo general, en el momento más cercano al momento óptimo de siembra. Esto no es posible con la labranza convencional, ya que esta requiere más tiempo para el laboreo de suelo. Adicional al menor tiempo entre cultivos, la mínima labranza también puede ser más económica que la labranza convencional, ya que aquí se utilizan menos horas máquina, donde el suelo puede ser preparado y sembrado en una sola operación (Figura 5). Finalmente, como la mínima labranza permite dejar residuos sobre el suelo, se minimizan los problemas de erosión provocados por viento y lluvia. Una de las limitantes de este sistema es que requiere de maquinaria más especializada que la labranza tradicional y muchas

veces tractores con mayor poder, para mover maquinarias montadas en tándem (varias maquinarias montadas en línea, que trabajan en secuencia y en una misma pasada).



**Figura 5.** Maquinaria de mínima labranza. Preparación de suelo, compactación, siembra y compactación final (trabajo en tandem).

## MICROTERRAZAS:

Las microterrazas y terrazas son obras de conservación de suelos, que se diferencian entre ellas por el tamaño. Corresponden a un terraplén construido en forma perpendicular a la pendiente de un terreno (Figura 6).



**Figura 6.** Plantación de árboles en microterracea sobre ladera de pradera degradada.

Uno de los principales objetivos de esta práctica es interceptar el escurrimiento de agua superficial, aumentando la infiltración y almacenamiento de agua en el sector donde se ubican, para ser aprovechado durante los períodos de escasez hídrica. Adicionalmente, están construidas para reducir la erosión por acortamiento de la longitud de la pendiente y conducción del agua de escurrimiento a una velocidad no erosiva.

Las microterrazas, permiten establecer algún tipo de cultivo o de alguna especie de vegetación arbustiva o arbórea en una ladera, recomendándose su construcción en terrenos que están sometidos a procesos erosivos.

## ZANJAS DE INFILTRACIÓN:

Las zanjas de infiltración son estructuras de conservación de suelo, parecidas a los surcos de infiltración, pero que se diferencian de estos últimos en sus dimensiones (surcos son más pequeños y las zanjas son de mayor tamaño), además del objetivo de su uso como estructura conservacionista de suelos y agua.

La zanja de infiltración, es una excavación en el terreno (Figura 7), utilizada en zonas de baja precipitación (inferior a 350 mm al año), donde se acumula el agua de lluvia, por lo cual no es una estructura para acumular y evacuar aguas lluvias, como lo son los surcos de infiltración. Las zanjas permiten una mayor acumulación e infiltración del agua de lluvias, proporcionando humedad a las plantas ubicadas en los bordes de ellas, en los períodos de escasa precipitación.

Para un adecuado aprovechamiento de las aguas lluvias acumuladas en las zanjas de infiltración, en la parte inferior de ellas se recomienda plantar especies arbóreas, como árboles nativos o de uso forestal, con el objeto de crear una cubierta vegetal y, a la vez, aprovechar el agua acumulada e infiltrada por las zanjas. En la parte superior de las zanjas, se deben sembrar especies vegetales herbáceas, que servirán como barreras vivas, para que sus raíces retengan el suelo y evitar el desmoronamiento del terreno hacia el interior de la excavación.



**Figura 7.** Construcción de zanja de infiltración en sector de ladera.

## CONTROL DE CÁRCAVAS MENORES Y MEDIANAS:

Las cárcavas menores o medianas, se definen como zanjas profundas, que se originan por el socavamiento repetido del terreno, producto del flujo incontrolado del agua que escurre ladera abajo (agua de escorrentía). Por lo tanto, los sistemas de control y/o protección de cárcavas, se establecen para evitar el avance de la erosión y posteriormente para permitir la regeneración del sector erosionado (Figura 8).

Debido a lo anterior, es de vital importancia evitar la generación de una cárcava y controlar su expansión. Para ello se deben seguir ciertas etapas en el control de la cárcava: a) aislar físicamente la cárcava, para evitar el acceso de animales que se alimenten de la vegetación dispuesta para el control de la misma; b) prevenir la erosión aguas arriba, construyendo un surco o canal de desviación de aguas lluvias en la cabecera de la cárcava; c) reducir la velocidad de los escurrimientos superficiales que erosionan el interior, borde y taludes de la cárcava;

d) eliminar los bordes degradados de la cárcava, para facilitar el establecimiento de especies herbáceas y arbustivas; e) relleno del interior de la cárcava con los sedimentos captados por estructuras físicas diseñadas para este fin y, f) repoblar con vegetación nativa de la zona, tanto los bordes como el interior de la cárcava.



**Figura 8.** Cárcava con diques de protección en el centro y sistemas de protección de laderas para permitir su revegetación.

## CANALES DE DESVIACIÓN:

Los canales de desviación o de evacuación de aguas lluvias, son estructuras destinadas a recibir y posteriormente conducir el exceso de agua que escurre superficialmente por las laderas. La conducción se realiza desde las zonas afectadas por la erosión, hasta áreas protegidas y/o de baja pendiente. Estas obras son construidas en laderas, en forma perpendicular a la pendiente y en curvas de nivel, teniendo por objetivo, capturar y evacuar las aguas de escorrentía, hacia una zona en la cual estas puedan ser vertidas, minimizando el daño ambiental y favoreciendo además la infiltración de agua en el perfil del suelo.

Son estructuras muy útiles para evitar los procesos erosivos en cárcavas y la erosión laminar causada por la escorrentía superficial, debido a que permiten cortar el escurrimiento pendiente abajo y debilitar la energía cinética del agua en movimiento. Sin embargo, para lograr lo anterior, el canal debe poseer características importantes de ingeniería de diseño, dado que debe transformar la energía no controlada de agua de escorrentía, en una energía controlada que se deposita en un área más protegida, como lo puede ser una quebrada, un dren natural o una estructura construida específicamente para este fin (zona de amortiguación) (figura 9).

Debido a lo anterior, el diseño de un canal de desviación debe contemplar el análisis hidrológico e hidráulico de la configuración geométrica y el trazado topográfico de la obra. Además, requiere del conocimiento de las condiciones de relieve, de las características del suelo y de la composición vegetal del sector, para lo cual se deben realizar visitas a terreno y establecer un emplazamiento preliminar del canal a construir.



**Figura 9.** Canal de desviación y zona de amortiguación construida con sacos rellenos de tierra.

## PLANTACION SILVOPASTORAL:

Las plantaciones silvopastorales corresponden a una práctica agroforestal, donde se puede manejar en una misma unidad de superficie árboles, pradera y ganado. El objetivo principal de esta práctica es, que estos tres componentes se vean beneficiados entre sí en cuanto a crecimiento, desarrollo y producción, y que además el productor pueda contar con un sistema de producción sustentable, que le genere beneficios económicos en el corto, mediano y largo plazo. Adicionalmente, por el hecho de contar con el componente arbóreo, es posible utilizar sectores con altas limitaciones para el uso exclusivamente agropecuario, como lo son los sectores de ladera, incorporándolos al sistema productivo predial en una forma más sustentable.

Las plantaciones silvopastorales existentes en la región de Aysén han surgido desde el reordenamiento a través de podas y raleos de plantaciones adultas con especies forestales, principalmente exóticas (*Pinus spp.*) y no han sido diseñadas desde su plantación para cumplir con un futuro manejo silvopastoral. Mientras que, en las plantaciones silvopastorales que se establecerán con el presente programa, estas serán diseñadas desde un inicio con marcos y distancias silvopastorales. Además, la segunda gran diferencia es que se incorporarán nuevas especies arbóreas en la plantación, de manera que en un mediano-largo plazo, estas especies permitan entregar una segunda alternativa productiva a los productores, como lo puede ser la producción de fruta, semillas, madera de alta calidad, u otras (Figura 10).



**Figura 10.** Inicio de una plantación silvopastoral, con especies arbóreas multipropósito, en sector de ladera.

## CORTINAS CORTAVIENTO:

Las cortinas cortaviento corresponden a otra práctica agroforestal, de gran importancia para el manejo sustentable de los sistemas silvoagropecuarios (Figura 11). El objetivo principal de esta práctica es proteger el suelo, cultivos, animales, construcciones, etc., de la acción del viento, aunque también tiene otras funciones tales como: a) aumentar la biodiversidad, b) controlar olores y ruidos molestos, c) mejorar la belleza escénica del paisaje y d) generar productos secundarios y de valor comercial para los productores. Es en este último punto donde se ha puesto énfasis en el presente programa, ya que al igual que las plantaciones silvopastorales, en las cortinas cortaviento se incorporarán nuevas especies arbóreas y arbustivas, que en un mediano-largo plazo, permitan entregar una segunda alternativa productiva y económica a los productores, que puede ser fruta, semillas, madera de alta calidad y/u otras.



**Figura 11.** Cortina multipropósito con especies arbóreas y arbustivas cumpliendo diferentes funciones.

## PROTECCIÓN DE RIBERAS O ZONAS RIPARIANAS:

La protección de riberas o zonas riparianas, corresponde a una práctica dirigida a proteger cursos de agua intraprediales, como arroyos, esteros y pequeños ríos, de la acción erosiva causada por la circulación de animales en sus riberas y/o erosión generada por las crecidas de caudal en determinadas épocas del año (Figura 12). Corresponde al sector comprendido entre la zona acuática y las tierras más altas, ubicándose principalmente en el sector ribereño del curso del agua. En este sector se busca mantener franjas de amortiguación a ambos lados del cauce, las cuales pueden estar compuestas por especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas.

Estas franjas de amortiguación realizan una serie de funciones, tales como: a) atrapar o quitar sedimentos en la escorrentía, b) reducir la erosión de la ribera, c) atrapar o quitar fósforo, nitrógeno y otros nutrientes, que vienen en los sedimentos de suelo erosionado y que pueden generar eutrofización, d) mantener el hábitat de peces y otros organismos anfibios y terrestres, e) mejorar la apariencia estética de los cursos de agua (plusvalía) y, f) ofrecer oportunidades recreativas y educativas a los residentes.



**Figura 12.** Exclusión y establecimiento de especies arbóreas para protección de riberas.

## RESTAURACIÓN ECOLÓGICA:

La restauración ecológica es una práctica que consiste en ayudar a la recuperación de ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos por diferentes causas. Particularmente para el presente programa, se buscará recuperar en el mediano plazo, parte de la estructura, composición y funcionalidad de los ecosistemas de bosque degradados por la intensa explotación maderera (madera o leña) y el excesivo ramoneo producido por el ganado.

La rehabilitación de estos ecosistemas dañados, se realizará mediante el establecimiento de especies arbóreas pioneras, propias del mismo tipo forestal original y altamente adaptadas al sitio, las cuales estarán completamente excluidas del ganado y de acciones antrópicas. Se realizarán plantaciones en núcleos de plantas (Figura 13), en la que se establecen individuos de especies pioneras acompañadas de especies arbóreas del mismo tipo forestal original. Actuando la primera especie como especie nodriza, lo cual busca acelerar el desarrollo y recuperación de las especies originales. Una segunda fase, considerará la incorporación sucesiva de especies secundarias de la sucesión forestal, normalmente más exigentes en términos de cobertura y protección.



**Figura 13.** Plantación en grupo o "cluster", para restaurar bosque degradado y fragmentado.

## EXCLUSIÓN DE SITIOS EN SUELOS FRÁGILES:

Los suelos sanos son de gran importancia para garantizar el crecimiento continuo de la vegetación que en ellos se desarrolla. Un suelo fértil favorece el crecimiento de las plantas al proporcionar nutrientes, agua y sustrato para sus raíces. Por su parte, la vegetación, la cubierta arbórea y los bosques previenen la degradación y desertificación de estos suelos, mantiene el ciclo del agua y de nutrientes, y reducen la erosión hídrica y eólica. Sin embargo, la fuerte presión ejercida sobre los suelos y su vegetación (leña, madera, forraje para los animales, etc.), ha llevado a muchos suelos a altos grados de erosión y degradación.

En muchos sectores de la región de Aysén, los suelos se han erosionado producto del sobrepastoreo o inadecuado manejo animal. Este sobrepastoreo genera consecuencia en el mediano y largo plazo tales como; a) mayor riesgo de erosión de suelo por pérdida de vegetación; b) las plantas no alcanzan a recuperarse del efecto del pastoreo; c) aumento de plantas invasoras; d) baja calidad y productividad del forraje; e) baja productividad animal: capacidad de selección reducida,

bajo consumo de nutrientes para satisfacer requerimientos; f) sube el costo de cosecha y g) mayor probabilidad de consumo de plantas tóxicas.

Por lo anterior, en el presente programa se evaluará la capacidad de recuperación de suelos y su vegetación, que presentan altos grados de erosión y degradación, a través de la exclusión total de animales y de la acción antrópica. Para ello se establecerán sitios excluidos en sectores ganaderos de la zona de Estepa (Ñirehuao), los cuales serán evaluados a través del tiempo utilizando monitores MARAS (Monitoreo Ambiental para Regiones Áridas y Semiáridas) (figura 14).



**Figura 14.** Monitor MARAS establecido en zona de Estepa, para evaluar recuperación de suelo y vegetación degradados.

### Programa FIC: "Innovación en Prácticas Sustentables para la Adaptación al Cambio Climático"

Financiado por:



### Proyecto: "Manejo Sustentable de la Tierra"

Financiado por:



Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y el autor.

La mención o publicidad de productos no implica recomendación INIA.

Editor: H.F Elizalde, Ing. Agr. Ph. D. y M.P Martínez, Lic. Biol.

INIA Tamel Aike, Km 4,5 camino Coyhaique Alto Fono (56-67) 2-252320.

[www.inia.cl](http://www.inia.cl)