



Instituto Nacional
de Tecnología
Agropecuaria

Centro
Regional
Patagonia
Sur

ESTADO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES EN LA PATAGONIA SUR
EXTRAANDINA.



Gabriel Oliva, Guillermo García, Daniela Ferrante, Virginia Massara,

Pablo Rimoldi, Boris Díaz, Paula Paredes y Juan Gaitán

Trelew, 23 de agosto de 2017



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Cita

Oliva, Gabriel; Guillermo García, Daniela Ferrante, Virginia Massara, Pablo Rimoldi, Boris Díaz, Paula Paredes y Juan Gaitán. 2017. Estado de los Recursos Naturales Renovables en la Patagonia Sur Extraandina. 66 pp. INTA Centro Regional Patagonia Sur. Trelew.

Foto portada: Virginia Massara, Guillermo García Martínez, Gabriel Oliva, Vimeo

PROLOGO

Los recursos naturales son la base de sustento de las economías de la Patagonia Sur. En la superficie, debajo de ella, en el inmenso mar que baña las costas patagónicas, los recursos naturales fueron la base de una cultura y cosmovisión que les permitió a los pueblos originarios una íntima relación con la tierra y lo que de ella obtenían. En esa visión ponen en cuestión el concepto de “recursos”, y nos proponen reemplazarlo por el de “bienes”.

El destino de nuestras sociedades está íntimamente ligado al de los bienes naturales y el espacio en donde desarrollamos nuestra vida, nuestra cultura, nuestra historia. Los primeros colonos que llegaron a nuestras tierras también forjaron sus destinos en relación con la tierra, ríos y lagos de enormes extensiones. Muchas veces la Patagonia les fue hostil, pero de ella aprendieron ritmos, ciclos y colores. En el imaginario actual, la región es desierto, es inmensidad, es agua, es lo natural. Y “acollarado” a ese imaginario, es también un lugar donde está todo por descubrir, y es también para muchos el lugar en el mundo donde realizar un proyecto de vida.

Desde el Centro Regional Patagonia Sur del INTA queremos hacer este aporte, que es una mirada, un recorte de toda la riqueza de la región, centrada en el estado de los recursos naturales renovables en la Patagonia Sur Extra andina, y mirando particularmente los pastizales naturales, la fauna y el agua, y los escenarios que se nos presenta un inquietante contexto de cambio climático.

Este aporte que abrevia en el trabajo de muchos técnicos de la institución que han pasado dejando sus huellas y de los que todavía la transitan aportando conocimiento que proviene de años de trabajo codo a codo con los productores y pobladores de uno de los últimos paisajes naturales del planeta.

Que este documento contribuya para que la Patagonia Sur siga ofreciendo bienes, servicios y oportunidades a las generaciones futuras.

Ing. Nicolás Ciano

Director Regional CRPATSU INTA

RESUMEN EJECUTIVO

La Patagonia Sur abarca 490.000 km² en Chubut, Santa Cruz, y Tierra del Fuego y tiene unos 900.000 habitantes, con un 6% de población rural en 4.500 establecimientos. El objetivo de este informe es analizar la situación del suelo, vegetación, agua, fauna, y discutir herramientas de manejo sustentable en un futuro signado por un aumento en la demanda de recursos naturales y cambio climático.

El clima en la región extra andina es semiárido frío, con menos de 200 mm de precipitación, pero los patrones climáticos del siglo pasado se modificaron. En las últimas tres décadas la precipitación disminuyó en el NO, aumentó levemente en el S, y se mantuvo sin cambios en el centro. La temperatura en cambio, registro un aumento en toda la región. Los modelos climáticos mundiales bajo un escenario moderado de cambio en CO₂, prevén en los próximos 50 años un incremento adicional la temperatura media de 2°, y máximos de 5° en el N. Las precipitaciones disminuirán en el NO (-18%), y centro (-5 a -10%) y aumentarán levemente (8-15%) en el sur, con más variabilidad y eventos extremos frecuentes.

Los suelos son principalmente aridisoles con poca estructura, aunque hay molisoles en el S. Mapas recientes indican que 9 M ha (18%) están afectadas principalmente por erosión hídrica o hídrica-eólica, lo que constituye un 12% de Chubut, 25% de Santa Cruz y 6% de Tierra del Fuego. Esto no incluye la erosión a pequeña escala, en forma de parches de suelo desnudo en áreas vegetadas, que es un proceso generalizado. Entre 1986 y 2006 se estimó un 142% de aumento de áreas erosionadas para Chubut, y un estudio de caso de médanos en Santa Cruz indica un 165% de incremento.

Los recursos hídricos superan los 100.000 Hm³/año, pero el 70% del agua vierte hacia el Pacífico. Hacia el Atlántico erogan 3.000 Hm³/año en Chubut, 25.200 Hm³/año en Santa Cruz (aunque un solo río, el Santa Cruz concentra 23.000 Hm³/año) y 1.400 Hm³/año en Tierra del Fuego. Los acuíferos no han sido en general relevados, excepto los de Sacanana y Gastre, en el centro norte de Chubut. El consumo urbano es escaso en relación a la oferta total (280 Hm³/año), pero las mayores concentraciones urbanas están lejos de las fuentes de agua y dependen de acueductos complejos o de perforaciones de ineficiente producción de agua de baja calidad. El riego para producción forrajera y hortícola es el principal uso del agua. Domina el riego por manto con baja eficiencia: solamente el valle inferior del Río Chubut (22.500 ha) consume unos 497 Hm³/año. Chubut tiene unas 27.000 hectáreas sistematizadas y unas 21.000 de riego salvaje; Santa Cruz, 600 hectáreas bajo riego sistematizado y aprox. 1.500 ha de enmallinamiento, mientras que en Tierra del Fuego no existen áreas de riego sistematizado, aunque si enmallinamientos. Las industrias textiles, laneras, pesqueras y frigoríficos toman de las redes urbanas o de pozos propios, pero no constituyen un consumo significativo (2 Hm³/año para Trelew, uno de los polos más importantes de la región). La industria petrolera toma unos 5 Hm³/año de perforaciones, cuerpos de agua, ríos, agua de reuso y de acueductos para la recuperación secundaria. La minería se concentra en Santa Cruz y utiliza agua subterránea para la separación de minerales. El cambio climático generaría una reducción del 30% en el caudal del río Chubut hacia finales de siglo. En Santa Cruz los ríos más afectados serían los del centro y N, con régimen pluvial o pluvio-nival, mientras que los nivales experimentarían un incremento de caudales durante el progresivo retroceso y adelgazamiento de glaciares.

La vegetación es predominantemente nativa y perenne. Se diferencian el Monte, al NE de Chubut, un matorral de Jarillas de escasa cobertura herbácea, y la vegetación Patagónica propiamente dicha, con estepas de arbustos enanos, arbustales y coironales. Un 5% del área está ocupada por mallines, verdaderos oasis de hasta 10 veces la productividad primaria aérea de la estepa (5.000 kg MS/año), concentrados en el Oeste de la región y a lo largo de los valles de los ríos más hacia el sur, mientras que en Tierra del Fuego forman redes que siguen la topografía del paisaje glaciario. Existen unos 11 ambientes naturales en la Patagonia Sur, en 8 de los cuales se han instalado 248 sitios del sistema de Monitoreo Ambiental de Regiones Áridas y Semiáridas MARAS. Entre 2008-2013 esta red estimó que la cobertura vegetal estaba en un promedio de 50% para la región, con un rango de 30-100%. La Estepa Magallánica en el sur tiene la mayor cobertura y diversidad.

La cubierta vegetal actual esta modificada por la ganadería que llegó a tener 17 M de cabezas (0,34 ovinos/ha) bajo pastoreo continuo y con cargas fijas durante el siglo XX. A partir de 1980 las existencias se redujeron a 6 M por la crisis económica combinada con eventos naturales como la erupción del Volcán Hudson y el Puyehue, o la prolongada sequía en Chubut a partir de 2005. Un 40% de las estancias de la región se abandonaron y los campos en producción han reducido cargas. Alrededor del 12% han evaluado pastizales y muchos han intensificado la producción de carne, que requiere de mejor nutrición y estado de la hacienda. La carga ganadera reducida (0,08 ovinos/ha), sin embargo, no ha inducido una clara recuperación de los campos en lo que va del siglo XXI, lo que evidencia que el pastoreo no es el control principal del sistema: es la precipitación la que determina la productividad vegetal. El índice verde de imágenes satelitales de los últimos treinta años disminuyó, especialmente en el norte-centro y se mantuvo estable en el sur, de modo compatible con los mapas de cambio en la precipitación. El sistema MARAS indica en los últimos cinco años una pérdida general de 3% de cobertura con 5% en el NO de Chubut y 7,5% en Tierra del Fuego, mientras que Santa Cruz presentó pocos cambios. La diversidad y las funciones del paisaje estimadas por indicadores de estabilidad se mantuvieron, pero la vegetación se fragmentó, generando numerosos, pequeños, parches de suelo desnudo (-18 cm de reducción). Una corrección en el manejo de la hacienda no induce a una clara recuperación de la cobertura y la oferta forrajera porque interacciona con la sequía y probablemente con una modificación de los suelos. Es posible que la vegetación perenne y de baja capacidad de recolonización, sumados a cambios más o menos permanentes en el suelo por erosión (desertificación) hayan determinado una pérdida en la cobertura y capacidad de carga difícil de revertir. La vegetación es en general resistente a las invasiones, pero algunas especies como *Hieracium*, Rosa mosqueta, *Schenoplectus californicus* (junco) o el alga unicelular, *Dydimio*, en ambientes acuáticos requerirán de monitoreo y control.

Hay 90 especies de mamíferos, 78 autóctonas y 12 exóticas, y unas 300 especies de aves, entre ellas varias endémicas amenazadas. Menores cargas ganaderas generalizadas, éxodo rural y reducción de control por caza llevaron a un 500% de aumento en las poblaciones de guanaco, que pasaron de 325 mil en 2001 a 1,8 M en 2016. El mayor aumento se dio en Santa Cruz, que en 2015 tenía 2,5 M de ovinos y 1,3 M de guanacos. Dada la superposición dietaria y al peso mayor de los guanacos se estima que las cargas animales están por arriba del nivel de receptividad global estimada de 3,7 M equivalentes ovinos para la provincia, pero las tasas de crecimiento de las poblaciones nativas siguen altas y generan desequilibrios a escala local que requieren urgentes medidas de manejo. Grandes depredadores nativos como el puma y el zorro colorado han aumentado también su distribución y densidad y se ha registrado un aumento en las especies invasoras como el castor, los perros asilvestrados y el visón.

La mayor inestabilidad y frecuencia de los eventos extraordinarios como los experimentados durante 2015, 16 y 17 harán indispensables las herramientas de monitoreo: red meteorológica, análisis de anomalías de índice verde, seguimiento forrajero a escala predial con relevamientos de campo, análisis de poblaciones silvestres e imágenes satelitales, redes MARAS y sistemas para monitorear mallines. Las comunidades vegetales bajo estrés en una nueva distribución climática podrían sufrir invasiones biológicas y extinciones locales que requerirán mejores sistemas de control de malezas y plagas. Los eventos extremos generarían un aumento de la erosión y requerirán restauración: control de médanos, cárcavas y la protección de cuencas. Los sistemas ganaderos de cargas fijas deben flexibilizarse para seguir la productividad forrajera dejando un mayor residuo que proteja a los sistemas de los eventos meteorológicos, y se debe incorporar la suplementación estratégica. Se deben otorgar descansos más prolongados en el pastizal, y para ello es necesario solucionar los problemas de producción animal asociados a los esquemas de concentración y rotación. Es necesario certificar los productos que se obtienen por prácticas sustentables para valorizarlos en el mercado y para condicionar el acceso a las líneas estatales de ayuda a la ganadería. Los mecanismos de monitoreo deben informar a los estamentos políticos y gremiales del sector ganadero para detectar en forma temprana las emergencias y generar medidas de mitigación y adaptación adecuadas y oportunas.

INDICE

Estado de los Recursos Naturales Renovables en la Patagonia Sur extraandina. 1

Prologo 3

Resumen ejecutivo 4

Indice 6

Los Recursos Naturales en la Patagonia Sur Argentina 7

Introducción 7

El Clima 9

 Cambio climático reciente 12

 posibles escenarios futuros: 13

El suelo 16

Recursos hídricos 20

 Perspectivas de cambios futuros en los recursos hídricos 26

Vegetación 27

 Perspectivas futuras de cambios en la vegetacion 42

Fauna 43

 Perspectivas de cambio en la fauna nativa 44

Desertificación 46

Herramientas para el manejo futuro de los RRNN 47

 Monitoreo: 47

 Red agrometeorológica 47

 Seguimiento de sequías por sensores remotos 49

 Monitoreo de poblaciones nativas 50

 Monitoreo de recursos hidricos 50

Generalización de la evaluación y planificación de pastizales en un marco de sistemas flexibles 50

 Sistemas de pastoreo 53

 Suplementación animal: 53

Remediación 55

Riego cada vez más eficiente 57

Incorporación al circuito productivo de la fauna y control de poblaciones 58

Manejo de especies invasoras 59

Revalorización de la producción mediante certificación ambiental 59

 Sistemas más flexibles y mecanismos más eficientes para enfrentar las crisis 60

Conclusiones: El futuro de los recursos naturales **¡Error! Marcador no definido.**

Bibliografía 61

LOS RECURSOS NATURALES EN LA PATAGONIA SUR ARGENTINA

INTRODUCCIÓN

La Patagonia Sur es una vasta región con una superficie de 490.000 km² (17,5% de la superficie continental del país) entre los paralelos 42° y 55° de latitud sur. Abarca las provincias de Chubut (224.686 km²), Santa Cruz (243.943 km²), la porción continental de Tierra del Fuego, Malvinas e Islas del Atlántico Sur (21.571 km² en la isla principal, y 11.410 km² de las Islas Malvinas (Fig. 1).

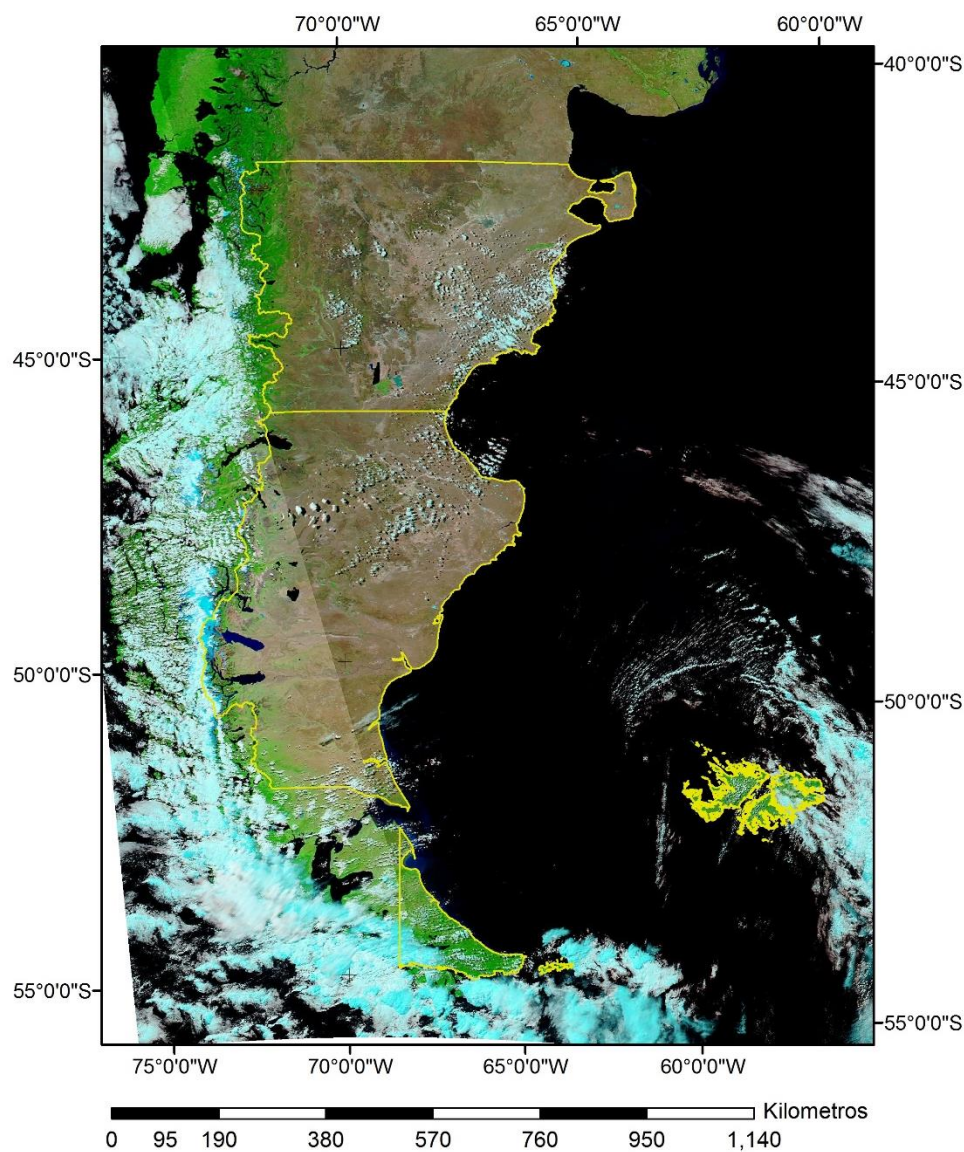


Figura: 1 La Patagonia Sur abarca las provincias de Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego. Imagen MODIS Aqua 9 de febrero de 2016. Paredes, P. Laboratorio de Teledetección EEA Santa Cruz.

Cuenta con una población de 910.277 habitantes (aproximada a 2010, fecha del último CNPV), de la cual el 6,3% es población rural. En su parte extraandina presenta una diversidad de ambientes contrastantes, de tierras mayormente áridas pero que disponen de abundantes recursos naturales. Mayormente no son aptas para el cultivo, excepto bajo irrigación y se mantienen en condiciones naturales para proveer forraje basado en plantas nativas a unas 4.500 explotaciones agropecuarias activas dedicadas casi exclusivamente a la ganadería extensiva tradicional. Chubut concentra el 74% de estos establecimientos, Santa Cruz el 24% y Tierra del Fuego el 2%. Las tierras son, además, el hábitat para la fauna que presenta muchos endemismos, son fuente de productos y servicios alternativos (leña, recreación, entre otros) y filtran, almacenan y regulan el agua, uno de los más valiosos recursos para el hombre y sus actividades socioeconómicas como la industria, la minería, los hidrocarburos y la agroindustria. Los pastizales naturales como los de la Patagonia Sur son cada vez más escasos en el país a partir de la pérdida acelerada de áreas naturales por el avance de la agricultura, la ganadería, la degradación de tierras y por la urbanización.

El desafío del INTA en este marco es acompañar el manejo sustentable de las tierras y lograr estrategias de manejo y preservación de los pastizales para garantizar la sustentabilidad ambiental y la factibilidad de la vida rural. El objetivo del presente informe es plantear la situación actual de los recursos naturales (suelo, vegetación, agua, fauna) del área extra andina de la región Patagonia Sur (Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego) y analizar las principales tendencias durante las últimas tres décadas. Se realizará un análisis de la perspectiva y se considerarán los principales desafíos del uso de los RRNN en el futuro.

EL CLIMA

La Patagonia Sur está influenciada por masas de aire originadas en el Pacífico entre los anticiclones semi-permanentes del Pacífico (30°S) y la franja de bajas presiones sub-polares (aprox. 60°S). Los centros de alta y baja presión determinan vientos permanentes del Oeste y un patrón estacional de lluvias invernales. En invierno el anticiclón del Pacífico migra hacia el Norte y las masas de agua oceánica, más calientes que el continente, generan un aumento en las precipitaciones en el Centro-NW de la región. El NE de Chubut y el sur de Santa Cruz y Tierra del Fuego tienen mayor influencia atlántica, con una distribución más uniforme de las precipitaciones durante el año.

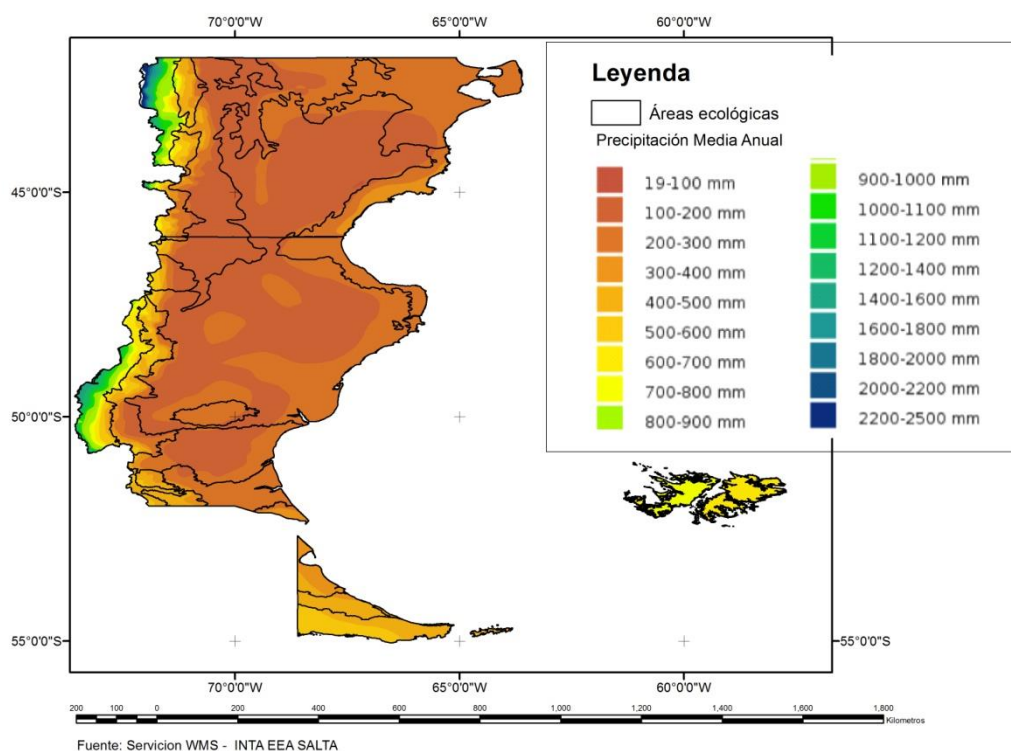


Figura 2: Precipitación media anual (Bianchi y Cravero 2010)

La cordillera de los Andes genera un marcado gradiente de precipitaciones Oeste-Este: en la zona cordillerana las lluvias pueden superar los 2.000 mm anuales (hasta extremos de entre 8.000 y 10.000 registrados sobre el Campo de Hielo), pero disminuyen hacia el este, con una precipitación media anual de entre 100 y 200 mm en el centro de la región que se extiende a la mayor parte de la porción extra andina (Fig. 2). Hacia el este, y a medida que las precipitaciones totales disminuyen aumenta la magnitud del déficit y éste se manifiesta antes en la temporada primavera –estival aumentando la variabilidad interanual de la precipitación (Jobbágy et al. 1995). El coeficiente de variación de la precipitación media anual en el extremo más húmedo del gradiente es de aproximadamente 15%, mientras que en el extremo más seco alcanza el 50%.

Desde el punto de vista de la temperatura, el clima predominante en la región se define como templado o templado-frío, con un patrón que denota la influencia de la cordillera y de la latitud: las isothermas tienen una orientación NW-SE. La temperatura media anual varía entre 15°C y 5°C (Fig. 3). La temperatura media

del mes más frío no desciende de 0°C, pero los valores mínimos absolutos pueden llegar a estar por debajo de los -20°C en la mitad Sur y el Oeste de la región. A escala local la topografía tiene un marcado efecto sobre las temperaturas.

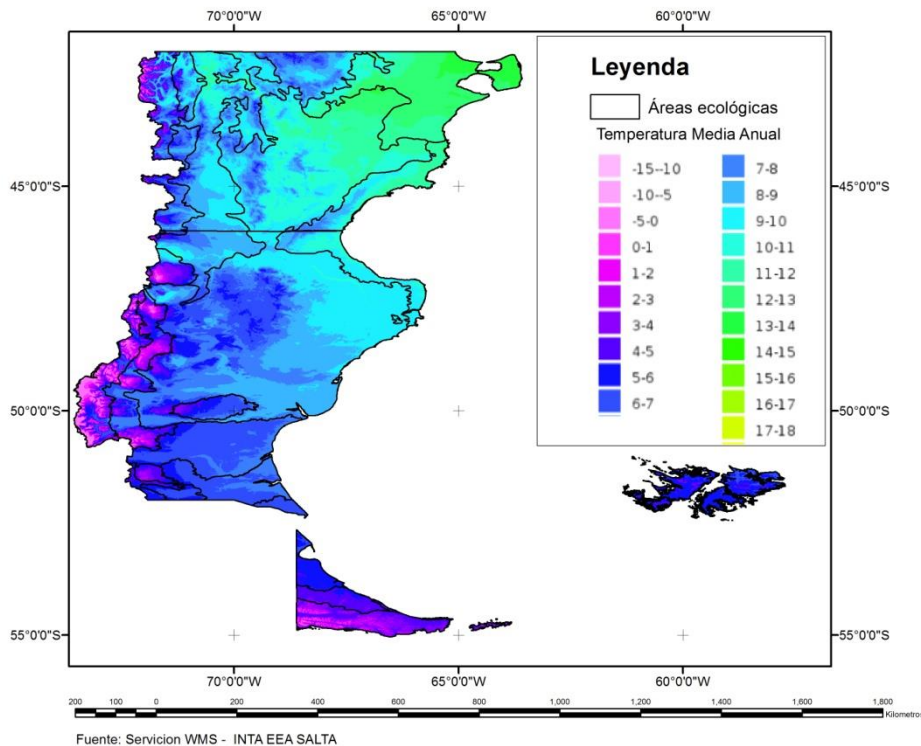


Figura 3: Temperatura media anual (Bianchi y Cravero 2010)

Los vientos persistentes e intensos son otro rasgo climático característico: en el centro-oeste de Chubut las intensidades medias varían entre 15 y 22 km/h, y en el Sur de Santa Cruz son de 27 km/h. Tanto las intensidades como frecuencias máximas se presentan entre los meses de setiembre y enero, con mínimos habituales en los meses de otoño e invierno. Los vientos provocan un descenso de la sensación térmica que en promedio anual es de 4,2 °C, algo que es determinante para la producción ovina por su efecto en la mortalidad durante las pariciones y porque aumenta los requerimientos energéticos de los animales. La influencia del océano atlántico se manifiesta con algunas lluvias adicionales, especialmente en el verano en una estrecha franja oriental.

La humedad relativa varía estacionalmente con un patrón opuesto a la temperatura, y llega al 70% en julio y a mínimos de entre 50 y 60% en el verano. El déficit hídrico estival es muy marcado, ya que la demanda atmosférica supera las precipitaciones a partir de la primavera. La lluvia se manifiesta en muchos eventos pequeños y en la porción sur el 95% de ellas son menores a 5 mm/24hs (Ferrante et al. 2014). En los meses más cálidos de la estación seca, la evapotranspiración potencial alcanza valores extremos del orden de los 8-12 mm/día, por lo cual el efecto de las lluvias es muy superficial y se pierde prácticamente en el día. La combinación de precipitaciones escasas distribuidas en numerosos eventos pequeños genera en toda la región un déficit hídrico estacional y una ausencia casi total de infiltración profunda durante el verano. La relación entre la precipitación media anual (PMA) y la evapotranspiración potencial (ETP) para ambientes de estepa varía entre 0,46 en la zona subandina de Esquel y 0,11 para los semidesiertos del centro de la región (Sarmiento). Según la caracterización bioclimática propuesta por Le Houérou (1996) sobre la base de la relación PMA/ETP, un 4,2% de la superficie de Patagonia es hiperárida (Fig. 4). La mayor parte de la

región corresponde a la categoría árida y sólo un 9% corresponde a las zonas bioclimáticas subhúmedas o húmedas.

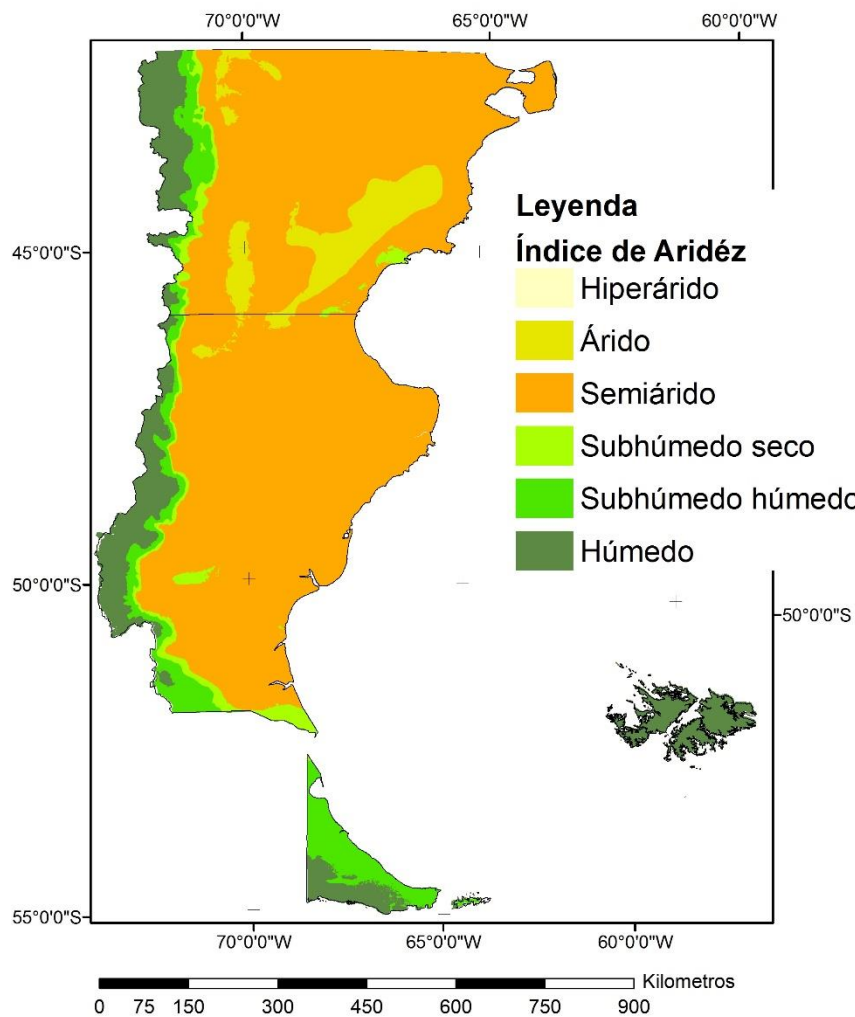


Figura 4. Índice de Aridez. Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación sobre datos del Atlas Climático del INTA, 2010 Cartografía de Paredes, Paula Lab. Teledetección EEA Santa Cruz y SIG-Desert, LaDyOT

CAMBIO CLIMÁTICO RECIENTE

En las últimas décadas en Patagonia se han alterado, como en otras partes del mundo, los patrones de lluvias que habían caracterizado el clima durante el siglo XX. Durante el período 1980-2010 la tendencia de las precipitaciones a lo largo de la Patagonia Sur no fue uniforme, con una disminución muy marcada en la zona NO (García Martínez et al. 2017), un leve aumento en la zona austral y una gran zona central sin tendencia (Adler et al. 2003). De la misma manera, se ha producido un calentamiento global que modificó la temperatura media de la región, aumentando la evapotranspiración.

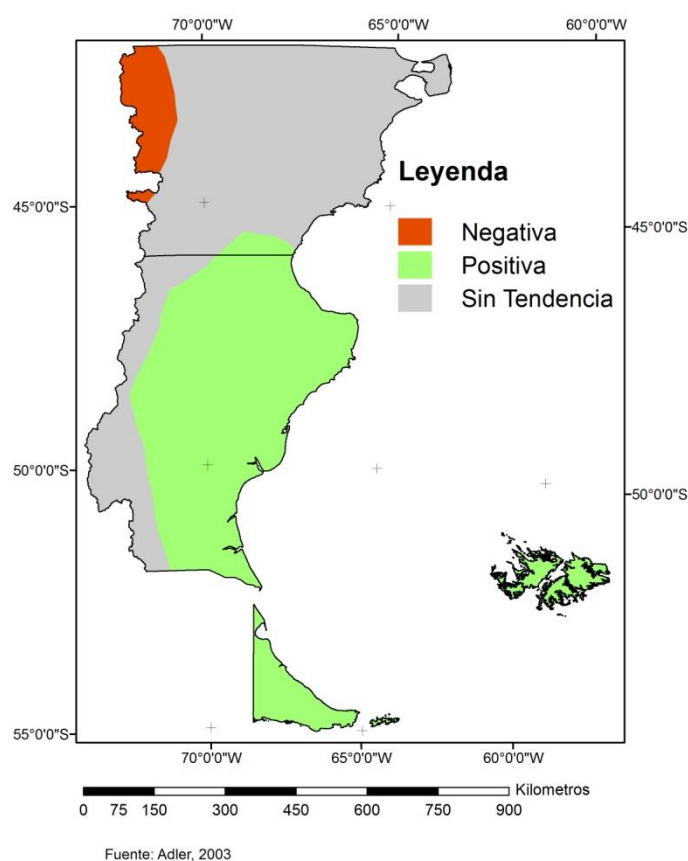


Figura 5: Tendencia observada en la precipitación en el período 1980-2010 según el proyecto de Climatología de la Precipitación Global -GPCP (Adler et al. 2003). En esta base de datos la zona sur de Patagonia mostró tendencias positivas, no hubo cambios en el centro y se produjo una reducción en los Andes del NO.

Cabe destacarse que la tendencia de la sequía característica de la zona NO en la Fig. 5 se ha acentuado en los últimos siete años, y se ha extendido hacia el sur, generando severas sequías inclusive en el área de Santa Cruz y Tierra del Fuego (Díaz y col. com. pers.).

POSIBLES ESCENARIOS FUTUROS:

No es posible pensar en la dinámica futura de los RRNN y en las demandas de manejo sin sopesar los posibles escenarios climáticos, en especial la precipitación y la temperatura, por su influencia en el balance hídrico. Las proyecciones de los modelos climáticos mundiales se trazan con distintos escenarios que difieren en la concentración de gases de efecto invernadero, principal motor del cambio climático mundial. Estos modelos deben utilizarse con cierta precaución porque no existen validaciones regionales que permitan asegurar su aplicabilidad como herramienta en la predicción. No obstante, hasta el presente corroboran algunas tendencias que ya fueron observadas en las últimas décadas.

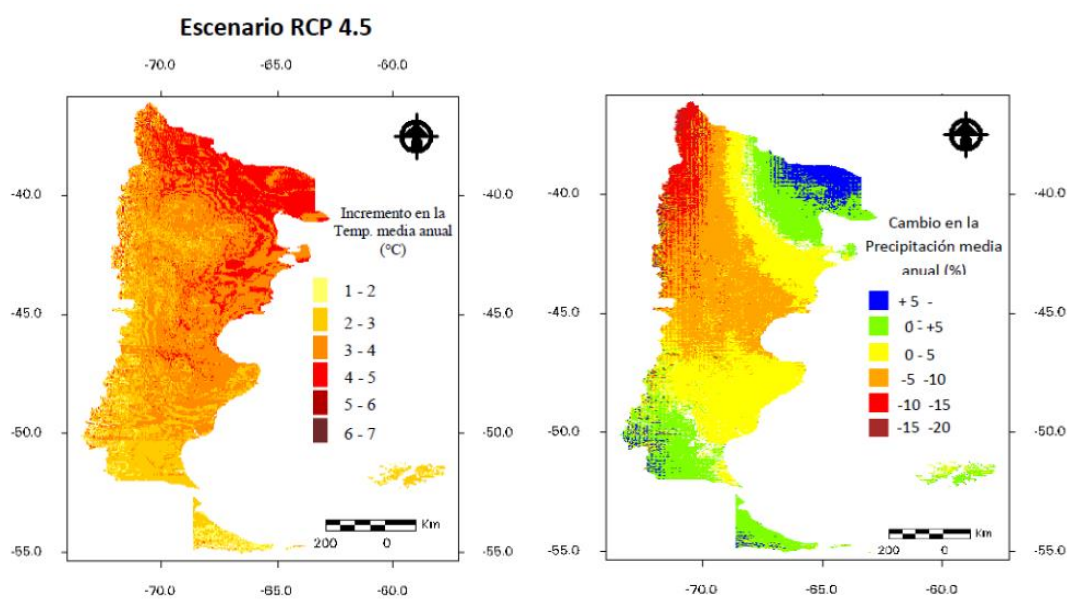


Figura 6: Cambios proyectados en la temperatura y precipitación media anual para el período 2060-2080 en el escenario RCP 4.5 de emisión de gases de efecto invernadero para la región patagónica. Elaboración propia en base al clima actual (1950-2000) tomado del modelo WorldClim (Hijmans et al. 2005) en <http://www.worldclim.org/current> y el promedio de las proyecciones realizadas por 17 modelos climáticos globales presentados en el 5° Reporte del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (Stocker et al. 2013), disponibles en: <http://www.worldclim.org/cmip> (Gaitan 2016).

Tomando los resultados para el escenario de cambio moderado de la concentración de CO₂ (estabilización hacia el 2100 y concentración de 538 ppm de CO₂), los modelos indican que la temperatura media seguirá incrementándose, especialmente en la zona N de la Patagonia, que podría llegar a un aumento de entre 4 y 5° (Stocker et al. 2013). Las precipitaciones disminuirán entre 5 y 10 % en la zona centro, con una reducción aún mayor en el NO, que podría llegar al 15%. Las predicciones para 13 localidades con estaciones meteorológicas en la Patagonia Sur pueden verse en la Tabla 1. Otra de las predicciones de los modelos climáticos es que aumentará la variabilidad de la precipitación (Torres y Marengo 2013). Esto se ha evidenciado en los extremos alcanzados por los eventos climáticos de 2015, 2016 (Colombani 2016) y 2017.

	Cambio T° media anual	Cambio T° media verano	Cambio T° Invierno	Cambio en precipitación anual (%)	Cambio en precipitación de verano (%)	Cambio en precipitación de invierno (%)
Río Pico	2,2	2,8	1,8	-18,8	-47,1	0,25
Alto Río Senguer	2,2	2,7	1,9	-18	-51,2	5,94
Trevelin	2,3	3,1	1,8	-16,7	-43,7	-4,5
Sarmiento	2,3	2,8	2	-16,7	-46,8	7,4
Cholila	2,3	3,1	1,7	-15,1	-40,4	-3,8
Dr Ricardo Rojas	2,2	2,6	2	-14	-43	9,81
Los Antiguos	2,1	2,4	2	-12,7	-39,7	13,22
Trelew	2,3	2,9	1,9	-8,5	2,5	-4,9
Puerto San Julián	2	2,2	2,1	-7,7	-29,3	11,9
Tolhuin	1,7	1,5	1,9	8,6	-1,3	19,19
Río Grande	1,8	1,5	2	9	-2,4	21,13
El Calafate	1,9	1,8	2,1	13,6	-14,4	25,2
Río Turbio	1,8	1,5	2	15,6	-4,8	32,16
Promedio	2,1	2,4	1,9	-6,3	-27,8	10,2

Tabla 1: Cambios proyectados en la temperatura y precipitación media anual para 13 estaciones de la Patagonia (Bava 2017)

Este cambio en las temperaturas y precipitaciones es muy relevante para los sistemas áridos como la Patagonia Sur, ya que la dinámica de los recursos naturales está dominada por la entrada de precipitaciones (Noy-Meir 1973) mucho más que otros factores, como los de manejo. Cualquier modificación en el largo plazo repercute en la productividad primaria y secundaria, y determina la disponibilidad de los recursos naturales para el ganado, para la fauna y el agua para los usos humanos. Un esquema de las relaciones del agua puede verse en la Fig. 7. La infiltración de la lluvia en el suelo es el proceso inicial, y es mejor en suelos que conservan su horizonte arenoso superficial y una cobertura vegetal elevada. La modificación de la textura superficial por erosión, que expone horizontes arcillosos, la reducción de la cobertura vegetal, y en algunos ambientes la compactación del suelo por pisoteo del ganado, aumentan las pérdidas por escorrentía superficial y llevan el agua cargada de sedimentos directamente a los cursos de agua.

Las lluvias que no escurren superficialmente infiltran y quedan almacenadas en el perfil del suelo. Desde allí una parte se pierde por evaporación desde la superficie, un proceso favorecido por los suelos descubiertos y de textura más fina y por las temperaturas más elevadas con baja humedad relativa. El cambio climático implica más eventos extremos con escorrentía superficial, generando desde canalículos hasta grandes cárcavas de erosión.

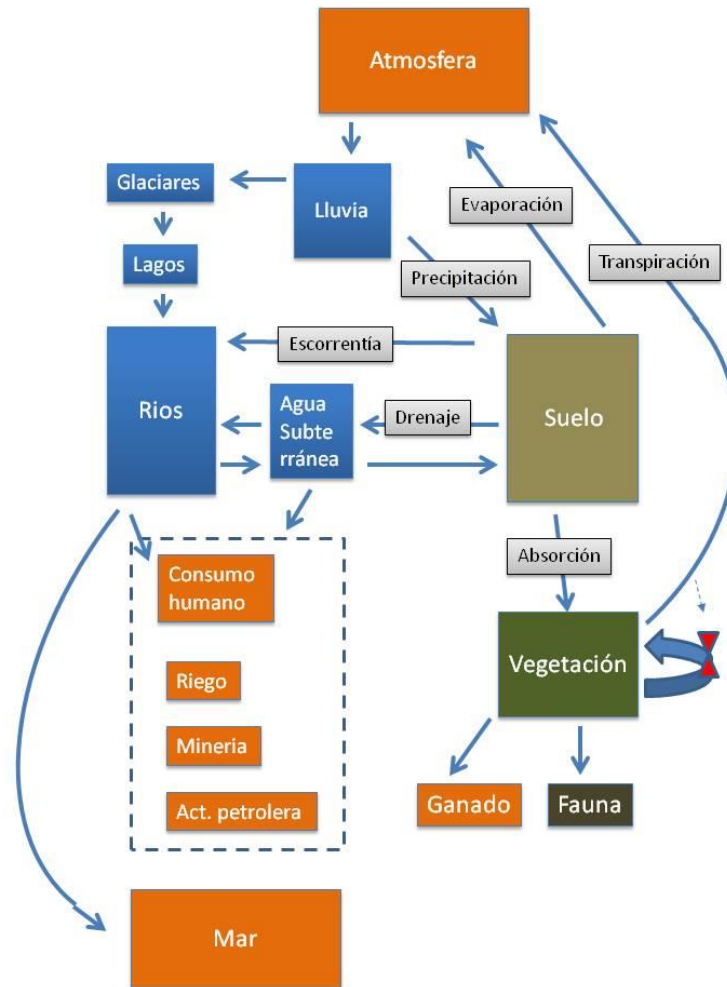


Figura 7: Principales vías del ciclo del agua en los ambientes semiáridos de la Patagonia Sur. Fuente: elaboración propia.

El agua infiltrada puede atravesar el perfil y perderse por drenaje profundo, durante los raros eventos de lluvia de más de 10 mm/24hs o bien cuando una sucesión de lluvias en períodos de baja demanda atmosférica lleva al suelo a superar la capacidad de campo. Este recurso no se pierde del sistema, sino que se filtra y alimenta en profundidad a los mallines, humedales claves para la ganadería y la fauna, acuíferos libres y aún recarga subterránea. Las mineras y la industria del petróleo aprovechan el agua subterránea, ya sea la que corresponde a niveles freáticos o bien a la que está atrapada en el suelo a grandes profundidades. El agua subterránea alimenta estacional o anualmente a los ríos, que llevan el agua finalmente al mar, y son la fuente principal para los usos humanos: el consumo de las ciudades, el riego, los usos industriales como los lavaderos de lana o la pesca.

La única fracción de la precipitación que posibilita un ingreso de energía al sistema del pastizal y que produce forraje es la que infiltra al suelo, es absorbida por las raíces de las plantas y que vuelve a la atmósfera por transpiración. La fotosíntesis depende de este flujo, y por lo tanto controla la productividad primaria que da lugar a la materia orgánica para la regeneración y mantenimiento de las plantas. Los restos vegetales ingresan y se integran en el suelo favoreciendo la estructura y capacidad de retención de nutrientes y la porción aprovechada por el ganado y la fauna que da lugar a la productividad secundaria. Muchos de los efectos observados de disminución de la producción forrajera provienen de una modificación del agua disponible en el suelo para las plantas, por disminución de la infiltración o aumento de la escorrentía, la evaporación o el drenaje profundo.

EL SUELO

Los suelos predominantes en la región corresponden al Orden Aridisoles, aunque hay Molisoles en el extremo Sur (Fig. 8). Los Aridisoles son propios de zonas áridas, con alto porcentaje de arena en superficie, pobres en estructuras, baja retención hídrica y con poco contenido de materia orgánica. Los Molisoles presentan mejor estructuración y corresponden también a sitios con mayor cubierta vegetal y materia orgánica, asociados a áreas con mayor humedad. En pocas y dispersas zonas dominan los Entisoles, suelos que no muestran ningún desarrollo definido de perfiles, carecen de "horizontes diagnósticos", y son en su mayor parte un material parental inalterado.

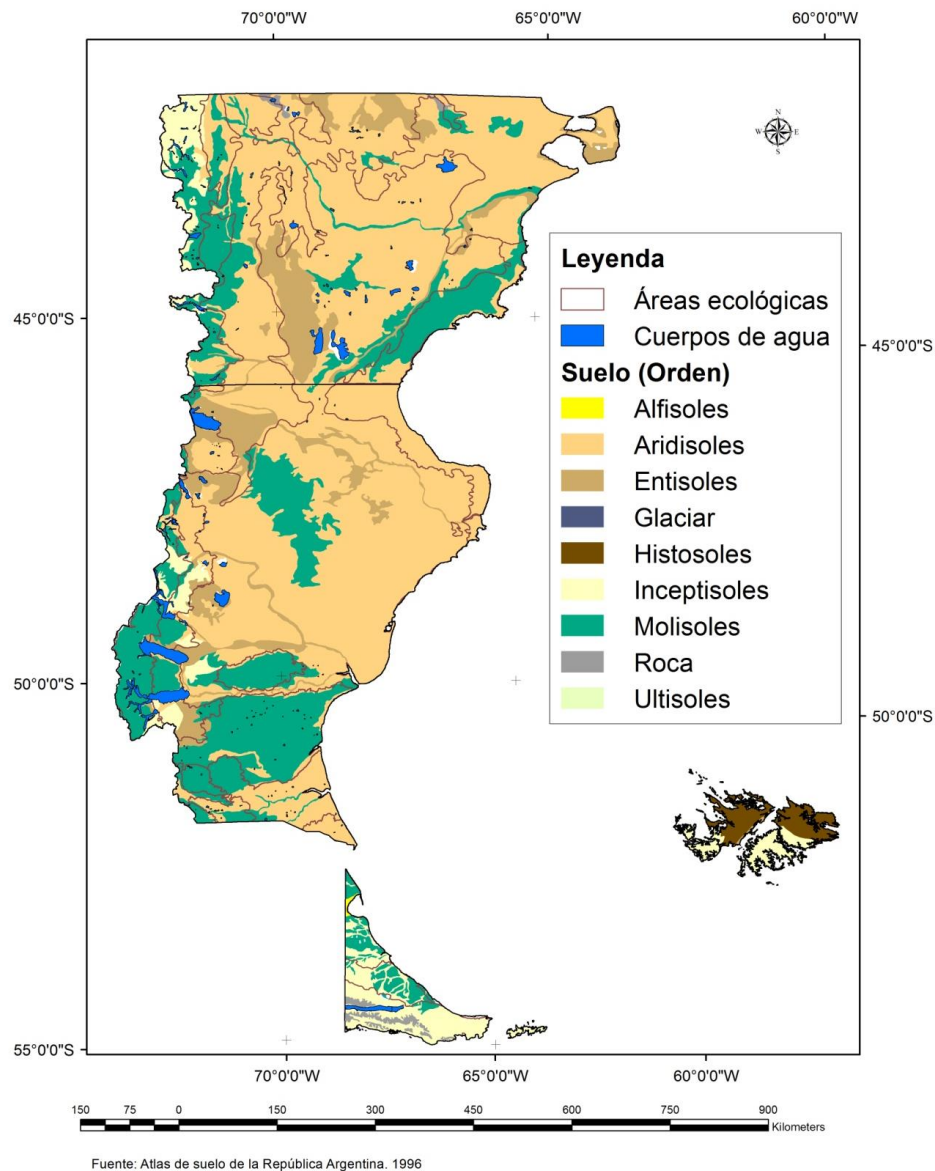


Figura 8: Ordenes de suelos de la Patagonia Sur. Fuente: Atlas de Suelos del INTA (1996).

EROSIÓN

Los suelos están sujetos a la acción del viento y la lluvia y generan manifestaciones de erosión a distintas escalas, desde pequeños parches de suelo desnudo hasta grandes guadales o badlands. Los mapas de erosión a escala provincial subestiman sus efectos porque detectan solamente las manifestaciones de dimensiones cartografiables, que a estas escalas están en el orden de cientos de hectáreas.

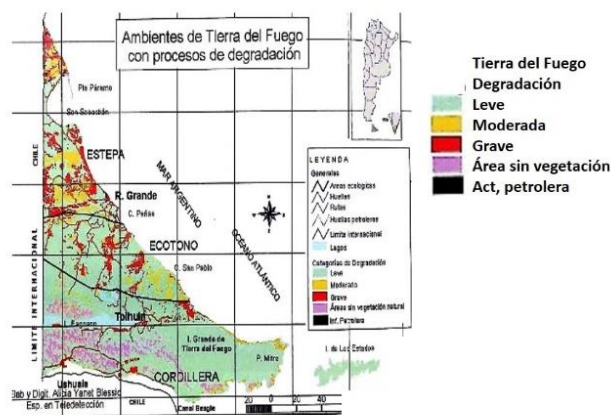
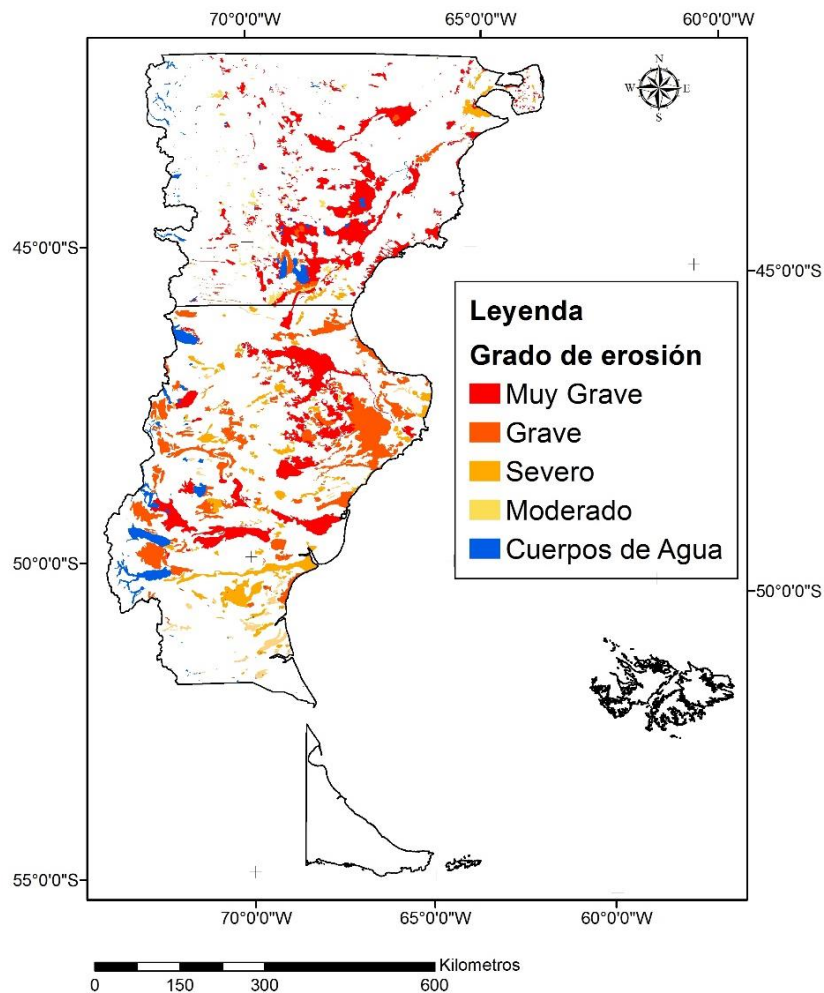


Figura 9: Áreas erosionadas de Chubut y Santa Cruz (Bianciotto et al. 2015, Oliva et al. 2015, Salomone et al. 2015) y de Tierra del Fuego (Bianciotto et al. 2015)

Aun así, estimaciones recientes en Chubut (Salomone y col., 2015), Santa Cruz (Oliva y col., 2015) y Tierra del Fuego (Bianciotto y col., 2015) identificaron 8.757.201 ha erosionadas en la Patagonia Sur (18%). La distribución de las áreas puede observarse en la Fig. 9, a partir de las cuales se infiere que 11,8% de la superficie de Chubut, 24,5% de Santa Cruz y 5,4% de Tierra del Fuego se encuentra sujeta a algún grado considerable de erosión (Tabla 2). Las áreas más afectadas corresponden a la zona central SE de Chubut, N y centro de Santa Cruz y centro de Tierra del Fuego. La mayor incidencia registrada en estas manifestaciones es de erosión hídrica.

	<i>Chubut</i>	<i>Santa Cruz</i>	<i>Tierra del Fuego</i>
Total erosionado	2653410	5982000	121791
Superficie (ha.)	22457300	24378900	2250000
% Erosión	11,8	24,5	5,4

Tabla 2: Áreas erosionadas en Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego en relación a su superficie total

Existen pocas estimaciones de la dinámica de estas áreas erosionadas a escala regional, que permitan evaluar si se ha incrementado la erosión de suelos con el cambio climático. Para la provincia de Chubut Salomone et al. (2015) han realizado un estudio de la evolución de las superficies erosionadas comparando imágenes satelitales, y llegaron a la conclusión de que hubo un aumento de 142% entre 1986 y 2006. La mayor parte del incremento en superficie se dio en áreas de erosión hídrica, aunque proporcionalmente la dinámica más severa se registró en las áreas afectadas por incendios, salinización y actividad petrolera.

Un informe reciente sobre la evolución de áreas medanosas en Markatchake (Fig. 10), estancia ubicada en el sur de Santa Cruz (Paredes 2016) indica que entre 1986 y 2016 las áreas erosionadas pasaron de 1.212 a 3.2163216 ha. Este ritmo de avance no parece ser generalizado, pero indica que las áreas severamente erosionadas estarán creciendo, y que se requiere urgentes medidas de control.

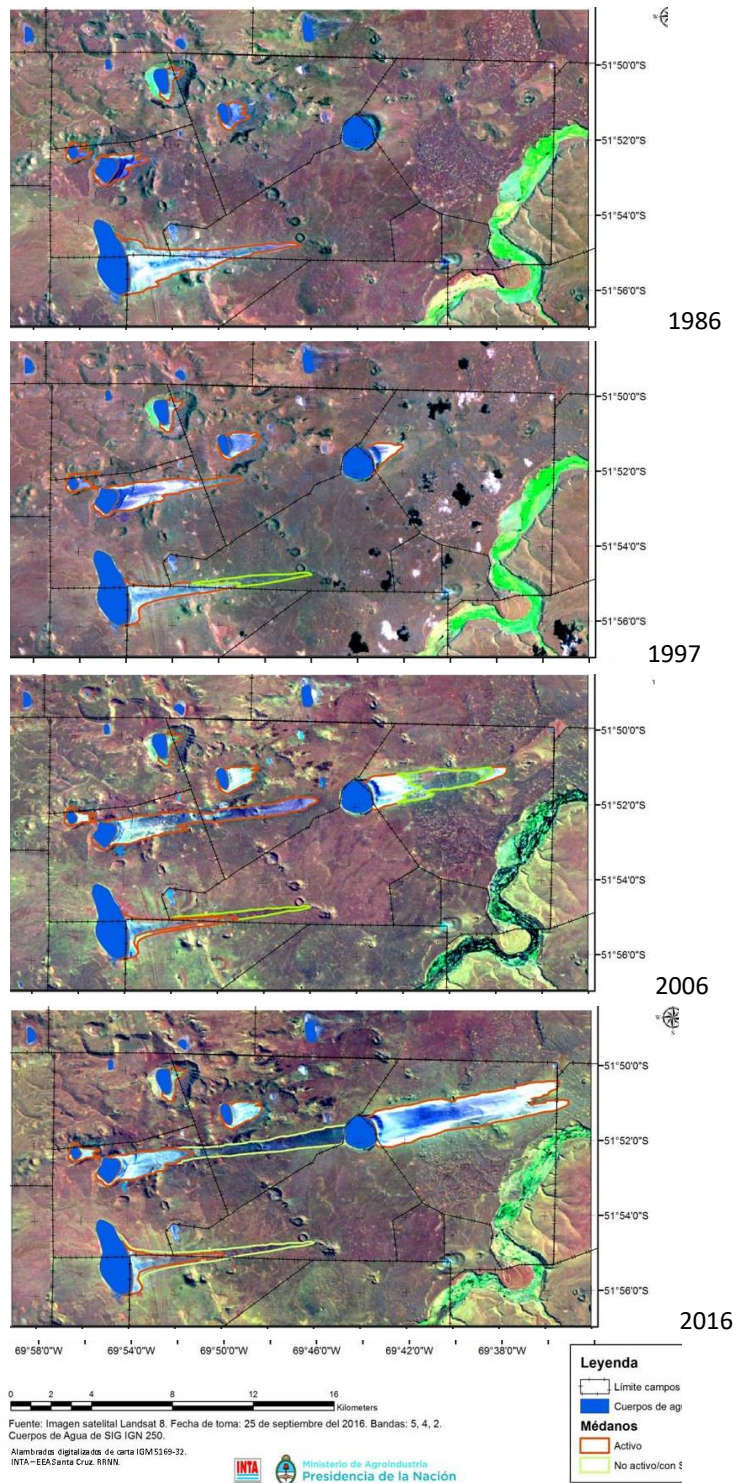


Figura 10: Evolución de los médanos de Markatch Aike, en el sur de Santa Cruz entre 1986 y 2016 (Paredes, 2016).

RECURSOS HÍDRICOS

A pesar de la aridez predominante de la región, existen numerosos recursos hídricos superficiales y subterráneos, estos últimos son menos conocidos en cuanto a calidad y volumen.

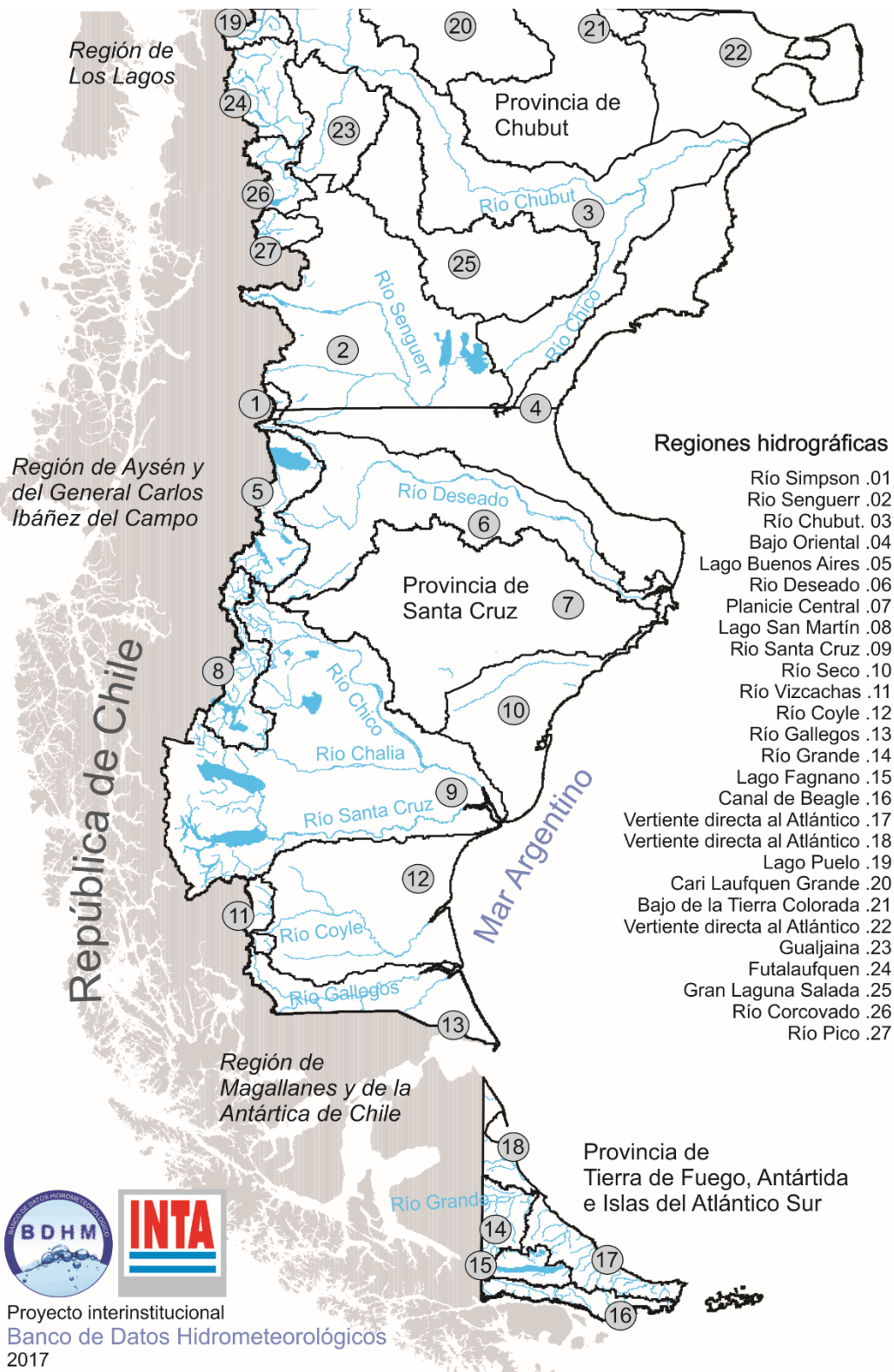


Figura 11: Principales ríos, lagos y regiones hidrográficas de la Patagonia Sur (B.Díaz)

Las lluvias en la cordillera alimentan las aguas superficiales y recargan las subterráneas, generando también importantes reservorios. El agua acumulada en las regiones de balance positivo escurre hacia las desembocaduras de los ríos atravesando vastas regiones con balance hídrico deficitario (Fig. 11).

La mayor parte de la superficie (90 %) y de la población (80%) del Chubut se encuentra en cuencas de vertiente Atlántica, que incluye a los ríos Chubut y Senguer (CFI y Consultora_HCA 2013). Estos tienen un caudal de apenas con 3.000 Hm³/año (13% de la producción anual media de aguas superficiales), en contraste con los de vertiente Pacífica que derraman algo más de 20.000 Hm³ a Chile, como sumatoria de las cuencas del Puelo, Futaleufú, Corcovado y Pico (Novillo y Gaviño 2003). Las aguas subterráneas en general no han sido relevadas, existiendo cartografía en detalle sólo de los acuíferos de Sacanana y Gastre, en el centro norte de Chubut. En la provincia de Santa Cruz sólo el río homónimo supera un caudal de 23.000 Hm³/año al que se suman casi 1.200 Hm³ /año del río Chico en la región central de la provincia, algo más de 1.000 Hm³/año del Río Gallegos, y unos 1.000 Hm³/año en conjunto entre los sistemas del río Deseado y el río Coyle, todos de vertiente atlántica. La provincia presenta 5 grandes cuencas binacionales, 4 de las cuales son de vertiente Pacífica, con un derrame anual estimado en su conjunto de 59.700 Hm³/año. En la isla de Tierra del Fuego la cuenca del río Grande alcanza un derrame anual de 1.400 Hm³.

En cuanto a los glaciares, el Inventario Nacional de Glaciares (ING), conducido por IANIGLA-CONICET ha caracterizado un total de 2.320 cuerpos glaciarios en territorio de Santa Cruz, con una superficie total estimada a 2005 de poco menos de 3.500 km². Estas extensiones de agua dulce se encuentran en un proceso de acelerado retroceso y desaparición, situación que impactará de manera drástica en las reservas de agua dulce disponibles para alimentación de ríos y acuíferos durante los próximos años del siglo XXI.



Foto 1: Río Santa Cruz cerca de sus nacientes (Vimeo).

USO DEL AGUA

Si bien la región tiene una baja densidad poblacional, experimenta un acelerado crecimiento (el doble del promedio nacional), con una creciente presión sobre los recursos hídricos. El consumo diario por habitante es alto, y se puede estimar entre 400 y 500 litros a partir de la producción de agua en Chubut. Estas cifras engloban usos comerciales, industriales y también pérdidas del sistema, pero aun así reflejan

un elevado consumo que se aleja del patrón recomendado por la WHO de 250 litros por habitante día. Los consumos anuales para Comodoro Rivadavia, Rada Tilly y Caleta Olivia son del orden de 39.6 Hm³/año (CFI y Consultora_HCA 2014) La ciudad de Trelew 19.3 Hm³/año (Informe de la Cooperativa Eléctrica de Consumo y Vivienda Ltda.) y Pto. Madryn 18 Hm³/año (Informe Cooperativa de Servicios Públicos, Consumo y Vivienda Ltda de Rawson) siendo esta la única ciudad que posee medición del consumo. El total de la provincia requiere de entre 120 y 140 Hm³/año para 510.000 habitantes. En Santa Cruz no se dispone de registros fiables de abastecimiento poblacional y/o consumo urbano oscilando algunas aproximaciones actuales para diferentes localidades entre 300 y 500 lts/hab y hasta 900 – 1.250 lts/hab, con grandes variaciones intra e interanuales. Proyectando estas cifras se puede estimar el consumo total poblacional para la provincia en unos de 90 a 120 Hm³/año (320.469 hab según el CNPV 2010) y unos 40 Hm³ para Tierra del Fuego (152.317 hab), totalizando unos 280 Hm³/año para la región.

A pesar de que las ofertas totales anuales de las cuencas de vertiente atlántica superan los 30.000 Hm³ y podrían abastecer con creces toda la demanda, en amplias zonas la escasez de recursos hídricos locales (mayormente por inaccesibilidad y falta de inversión en infraestructura de servicios) obliga a complicados sistemas de captación y transporte de agua, como en el caso del acueducto Lago Musters – Comodoro Rivadavia – Caleta Olivia. Una pequeña parte de las captaciones de agua para uso urbano provienen de acuíferos, un recurso poco conocido y cuantificado, y no es posible establecer con claridad la dinámica temporal y el impacto de estas extracciones y consumos en relación con la dimensión de los reservorios y su recarga estacional.

RIEGO

El principal uso de los recursos hídricos en la provincia de Chubut es el riego (CFI y Consultora_HCA 2013). Existen tres distritos de riego organizado (VIRCH, Sarmiento y Valle 16 de octubre), que junto a los valles cordilleranos y alto y medio de los ríos Chubut y Senguer totalizan casi 27.000 hectáreas de riego sistematizado, agregándose a éstas más de 21.000 de riego salvaje o asistemático para enmallinar (Chubut 2015)



Foto 2: una boca toma en el Valle Inferior del Rio Chubut. Compañía de riego VIRCH

Un reciente estudio de FAO le asigna un potencial de incremento de la superficie regada de otras 90.000 ha. Esto dependerá del método de riego y la posibilidad de contar con obras de regulación de los cuerpos de agua, ya que el porcentaje de afectación del recurso de los ríos Chubut y Senguer ya supera el 50%, y las proyecciones del cambio climático indican que puede seguir en disminución. Un estudio reciente calcula que el valle del VIRCH consume unos 497 Hm³ anuales para 22. 500 ha.



Foto 3: Un canal en el Valle Inferior del Rio Chubut. Cooperativa de riego VIRCH

Si bien en Santa Cruz no existe un relevamiento actualizado de superficies efectivamente irrigadas y en producción comercial desde 2008 como así tampoco de la capacidad instalada efectiva y operativa de toma, conducción y distribución de agua en las 4 zonas sistematizadas de la provincia, se estima en la actualidad en unas 600 hectáreas la superficie alcanzada por las redes públicas de canales y aproximadamente en unas de 1.500 ha de enmallinamiento en los distritos de riego de Perito Moreno,

Los Antiguos, Lago Posadas y Gobernador Gregores. Más de un 95% de la superficie de riego sistematizado en la región corresponde a la inundación o riego por manto, de muy baja eficiencia (5 a 20%).



Foto 4: Riego en surcos en el Valle Inferior del Río Chubut. Cooperativa de riego VIRCH

Las tecnologías de riego gravitacional basadas en la pendiente cero con el objeto de infiltrar y enmallinar en establecimientos agropecuarios son las más generalizadas, y se realizan sin redes de drenaje apropiadas, sin resguardo de la infiltración excesiva durante la conducción. No existen en la actualidad consorcios de regantes, por lo cual la responsabilidad de administración de estos sistemas recae en el Consejo Agrario Provincial (CAP), un organismo de fomento del sector agropecuario que es a la vez autoridad provincial del recurso. No existen cánones o gravámenes implementados para el agua destinada a usos agropecuarios en ningún lugar del territorio. Tampoco se dispone por el momento de un inventario de recursos hídricos que permita cuantificar y caracterizar la captación y uso de aguas de superficie en el sector agropecuario destinada a irrigación, fuera de los límites urbanos, en la provincia de Santa Cruz.

USO INDUSTRIAL

Las principales industrias demandantes de agua en la región son las laneras, que deben abastecer los trenes de lavado; las textiles, por los procesos de tintura o teñido de las fibras sintéticas o algodón, y en menor medida, los frigoríficos (CORFO 2016). La industria lanera se concentra en el Parque Industrial de Trelew (PIT), a excepción de una de las firmas importantes. En el PIT también se asientan empresas textiles con teñidurías y un frigorífico de pescado, y tiene un consumo anual cercano a los 2 Hm³. El Parque Industrial Pesquero de Puerto Madryn se abastece de la Red de Distribución de la Cooperativa de Servicios (SERVICOO) por lo que su volumen está comprendido en el consumo urbano de la ciudad, y de algunas perforaciones de inferior calidad de agua (más salobre) que usan en tareas donde no requieren agua segura para abaratar costos. Algo semejante ocurre con los frigoríficos tanto de carne como de pescado ya que se abastecen de la red de agua potable de los servidores de cada ciudad. Pesqueras de Rawson y Comodoro Rivadavia y los frigoríficos de Pto Madryn (1), Trelew y el VIRCH (5) Comodoro Rivadavia (2), Trevelin (1), Esquel y Gdor Costa (uno en cada ciudad, aunque fuera de servicio). El único que capta y potabiliza el agua que consume es el de Gobernador Costa. En Santa Cruz existe un importante parque industrial de frigoríficos principalmente ovinos que también toman agua de la red domiciliaria.

Durante las últimas dos décadas en la actividad petrolera se desarrollaron las tecnologías de recuperación secundaria de pozos petroleros abandonados, que requirieron grandes volúmenes de agua que se reinyectan para recuperar parte del hidrocarburo retenido en el subsuelo. Se estima que el consumo anual

de agua para este fin sería de unos 5 Hm³ que provienen de perforaciones, extracción de cuerpos de agua, agua de reuso (en el caso de Rada Tilly) y proveniente del acueducto Musters. La estación de bombeo que la operadora YPF tiene en el Río Senguer y que abastece a los yacimientos del centro norte de Sta Cruz y según lo contratos que firmara oportunamente con la provincia de Chubut, no habría extraído más de 4 Hm³ por año en la primera década del presente siglo, cuando se realizó recuperación secundaria y terciaria en esos yacimientos. El bombeo controlado actualmente es casi inexistente en función de que se reciclan los volúmenes ya inyectados y de la baja de la actividad por la situación mundial de mercado. Es difícil estimar que sucedería con el consumo de agua si se generaliza el Fracking en el área productiva del Golfo San Jorge ya que no existen proyecciones conocidas al respecto.

La minería metalífera está prohibida en Chubut y sólo existe algún consumo en los yacimientos de caolín y, en la actualidad, de arenas silíceas en el VIRCH, aunque de bajos volúmenes en los actuales niveles de estas producciones. Por el contrario, la minería está activa en Santa Cruz y basa sus procesos de separación de minerales en soluciones acuosas generando grandes depósitos de lodos y piletas conocidas como diques de colas. Un yacimiento en producción como el de Cerro Vanguardia consume anualmente 1.2 Hm³, que obtiene de perforaciones propias en áreas de lagunas y es en general agua de baja calidad por su conductividad elevada. Una parte importante del recurso que se destina a estos usos se recicla, y los yacimientos reciclan también agua que drena hacia las profundas aberturas (pits) que realizan para obtener el mineral, pero aun así la demanda es relativamente alta.

CONTAMINACIÓN

La contaminación de los recursos hídricos es todavía incipiente (Tiberi et al. 2015), y la principal fuente de alteración de la calidad de las aguas es el incremento de la carga de sedimentos por la erosión acelerada. Sólo en casos puntuales se verifica contaminación orgánica e inorgánica por efluentes urbanos con escaso o nulo tratamiento previo al vertido y algunas prácticas productivas, como los frigoríficos y el Feed Lot, que se incrementaron en la última década. Pocas poblaciones realizan un tratamiento de efluentes pluviocloacales, y en todo caso se trata de tratamientos de nivel básico con separación de sólidos (lodos) mediante decantación. La deposición final se hace usualmente en suelo, cuerpos o cursos de agua. En el caso de los frigoríficos de Río Gallegos se generan en muchos casos residuos sin tratar que contaminan el Estuario de la ciudad.

El Ministerio de Ambiente de Chubut se ha propuesto llegar en un tiempo prudencial al Volcado Cero, esto es que los cuerpos de agua ya no sean receptores de líquidos tratados ya que a menudo las plantas de tratamiento no trabajan adecuadamente o bien se sobrepasa su capacidad. Aun aceptando que los tratamientos logren degradar la materia orgánica y obtengan un nivel de oxígeno biológico (DBO) aceptable, la carga de nutrientes (N y P) es suficiente como para desnaturalizar un cuerpo de agua, eutrofizándolo y produciendo la proliferación de micro algas.

El reuso de agua está poco difundido en la región. La ciudad de Pto. Madryn tiene una valiosa experiencia de más de 15 años en la reutilización de efluentes tratados. Hoy se disponen de 25.000 m³ diarios de líquidos tratados de los 40.000 a 45.000 m³ que se inyectan en la red para ciertos espacios verdes, nuevos desarrollos urbanos y forestación, en línea con el objetivo del Municipio de eliminar todo vertido al Golfo Nuevo. Esta práctica, uno de los ejes de la nueva “economía circular” podría representar un interesante potencial de reaprovechamiento de un recurso natural y que según algunas estimaciones en la provincia de Santa Cruz podría significar la recuperación de entre un 50 – 75% de las aguas provistas por las empresas de servicios de distribución en la región. Este recurso actualmente desaprovechado podría destinarse a la irrigación de áreas verdes urbanas mediante sistemas de riego enterrado y otros usos en áreas periurbanas.

Los recursos hídricos también están amenazados por la urbanización. En la región cordillerana, la casi totalidad de los desarrollos inmobiliarios se han hecho sobre mallines y planicies de escurrimiento de los ríos (paleocauces), produciendo importantes alteraciones del ciclo hidrológico. En el Valle Inferior del Río Chubut una parte importante de la superficie irrigable ha sido convertida para proyectos inmobiliarios. La hidrología de los ríos de Tierra del Fuego depende en buena medida de la preservación de los humedales (turberas) que se ven amenazadas por la explotación comercial, el drenaje por canalizaciones no autorizadas y el aumento de las temperaturas.

PERSPECTIVAS DE CAMBIOS FUTUROS EN LOS RECURSOS HÍDRICOS

El cambio climático generó un progresivo calentamiento de la región y podría haber determinado un desplazamiento del borde occidental del anticiclón del Atlántico. De hecho, en la última década los ríos Chubut y Senguer han experimentado una merma del 20% en su derrame anual. Este último no recibe el aporte del Arroyo Genoa desde 2004 afectando particularmente el balance hídrico por el aumento de la evaporación y la evapotranspiración. Según estimaciones de la evaporación de los Lagos Musters (45.000 ha) y Colhue Huapi (85.000 ha en su máxima expresión) equivalía a un caudal de 25 m³/seg, la mitad del módulo medio del Río Senguer que los alimenta (Manilow, 2000).

La Red para la Conservación de los Ecosistemas Fluviales de la Patagonia (CONICET 2017) realizó un modelado coordinado en diferentes cuencas de Patagonia con el objetivo de evaluar el impacto del cambio climático en la producción media de agua en la región. Resultados preliminares en la Cuenca del Río Chubut han mostrado que hacia finales de siglo un desecamiento del orden del 20% y un calentamiento proyectado mayor a 2°C conducirían a una marcada disminución en la producción de agua en la cuenca. En su parte alta, donde se produce la mayor parte de la recarga, la disminución de la producción de agua anual media se estima en un 30% hacia finales de siglo. Centro y norte de Santa Cruz muestran cambios climáticos acelerados y evidentes, mientras que la región sur es más estable, aunque aún allí los cambios son notables. La evidencia más importante consiste en las tendencias decrecientes en la precipitación registrada en extensas zonas de la provincia en los últimos 15 años, la retracción de las coberturas nivales de invierno, el adelantamiento de la estación seca y su prolongación bien entrado el otoño, con la retracción en las lluvias propias de la estación. Esto ha generado una caída en la producción de aguas de superficie en numerosos cursos de régimen pluvial y pluvio nival de la provincia, principalmente en las zonas de transición extraandina hacia la costa. En términos generales los ríos de régimen nival o nivo-pluvial (zonas cordilleranas) tienden a demostrar un comportamiento más estable si bien en décadas recientes los picos de los hidrogramas son más elevados entre mediados y finales de verano, resultado directo de un progresivo incremento de las temperaturas medias estacionales y de un progresivo retroceso y adelgazamiento de cuerpos glaciares.

VEGETACIÓN

La Flora Patagónica es especialmente valiosa por el elevado número de plantas exclusivas y de distribución restringida (endemismos) que en su mayor parte están en la Estepa (Soriano et al. 1995). Las plantas muestran caracteres adaptativos a la aridez, con hojas en forma de escamas, o pequeñas, cutículas engrosadas y hojas cubiertas de pelos que reducen la pérdida de agua. Son frecuentes los subarbustos: plantas leñosas compactas en cojín o rastreras. Las gramíneas de mediana altura presentan hojas plegadas y crecimiento cespitoso formando “coirones”: montículos con porciones de la planta muerta en pie. Entre los arbustos y coirones, se desarrolla un estrato de gramíneas bajas con crecimiento laxo con hojas menos engrosadas. También existen hierbas, frecuentemente con bulbos o rizomas, que renuevan la porción aérea todos los años (Leon et al. 1998). Se reconocen en la región dos tipos de vegetación bien distintos: El Monte, al NE de Chubut, es un matorral homogéneo de entre 1 y 2 metros de altura y escasa cobertura herbácea. El resto pertenece a lo que se conoce como Provincia Patagónica, una prolongación florística austral de la vegetación de las altas cumbres andinas (Cabrera 1976), dominada por estepas que combinan arbustos y pastos de mediana altura (20 a 80 cm) o las de arbustos enanos (cojines de 5 a 20 cm) con escasos pastos y muy baja cobertura total (eriales). En la región austral y en el área subandina hay también estepas graminosas, que tienen hasta 70% de cobertura y sin arbustos, y en la costa del Golfo San Jorge, matorrales altos de 60 a 200 cm de altura. Para analizar el paisaje patagónico con más detalle y separar áreas que difieren en potencialidades para la producción y el manejo, el INTA ha realizado un análisis conjunto de la vegetación, el clima y el suelo de la región y se definieron en este trabajo 13 unidades denominadas Ambientes Naturales (Bran et al. 2005). Once de ellas están presentes en la Patagonia Sur (Fig. 12), y en las 8 principales se dispone en la actualidad de información detallada de vegetación y suelos de 248 monitores del sistema MARAS de Monitoreo Ambiental de Regiones Áridas y Semiáridas (Oliva et al. 2011): 98 en Chubut, 145 en Santa Cruz y 5 en Tierra del Fuego. En cada monitor se ha realizado una evaluación detallada del suelo y la vegetación entre 2008 y 2015. Algunos de estos monitores cuentan ya con una relectura (una nueva evaluación) que permite analizar los lentos cambios que se dan a nivel de sitio.



Foto 5: Un monitor MARAS en Tierra del Fuego. G.Oliva

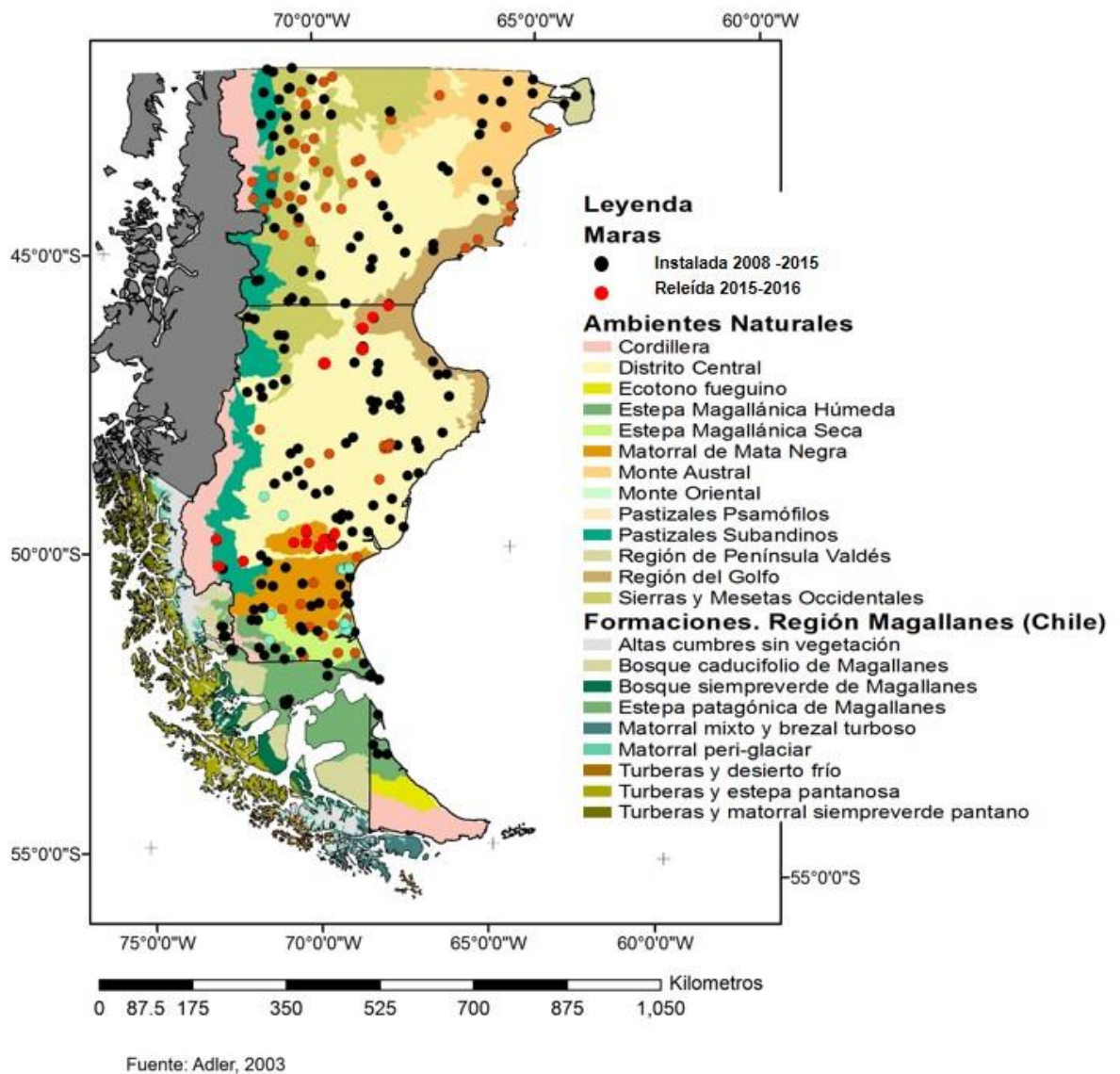


Figura 12: Ambientes naturales de la Patagonia (Bran y col 2005). Los puntos indican monitores MARAS instalados entre 2008 y 2016, en rojo y verde oscuro se indican los monitores nuevos y releídos, respectivamente De: Paredes, Paula, Laboratorio de Teledetección de INTA Santa Cruz.

Los datos de la red indican que el promedio de cobertura vegetal es escaso, del 50%, y se reduce a apenas el 20-30% en la zona norte-centro de la región (Fig. 13). Aumenta hacia el sur y el oeste, llegando a ser total en las estepas magallánicas húmedas del sur.

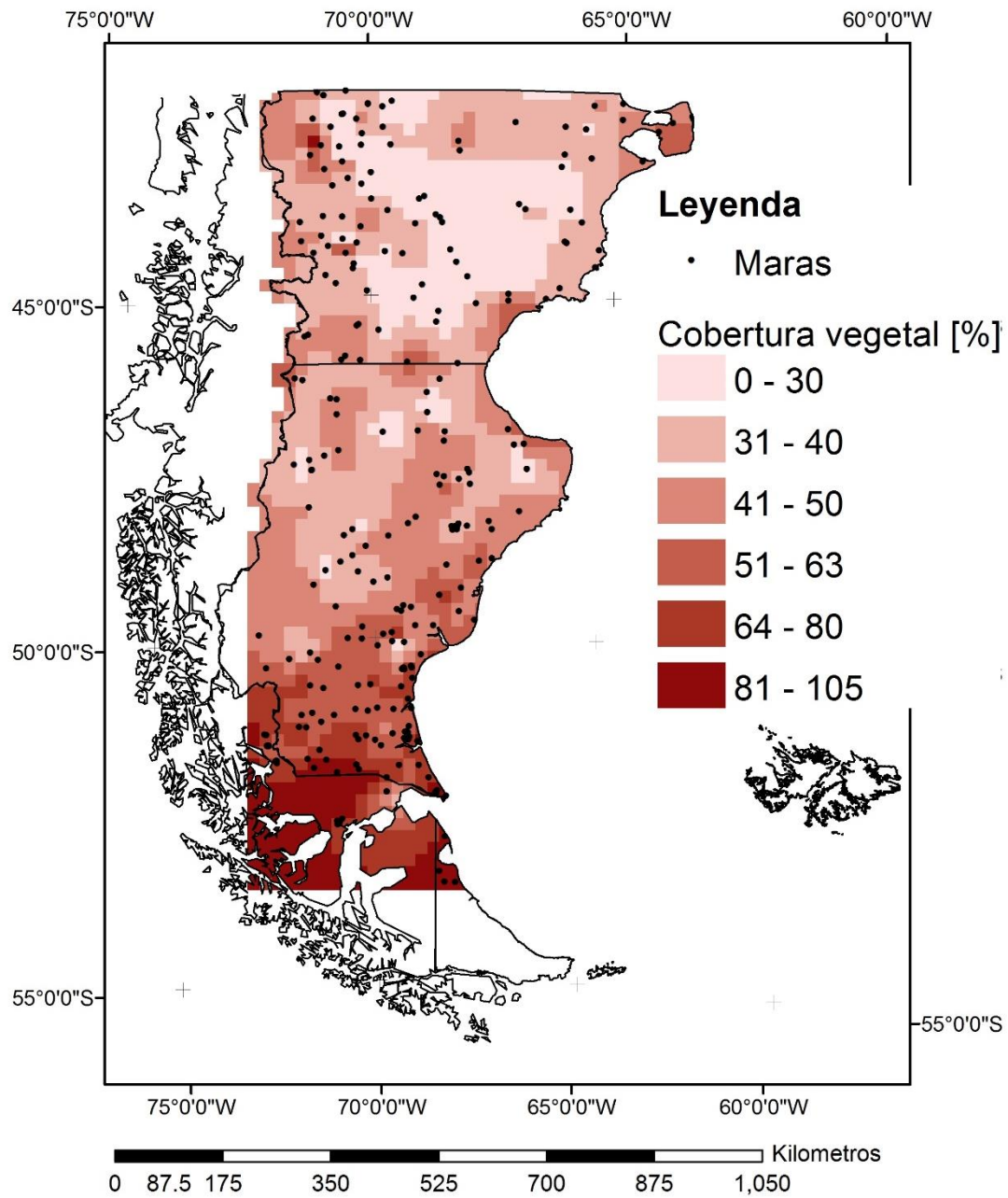


Figura 13: Cobertura vegetal a partir de interpolación de 114 sitios MARAS. Paredes, inédito.

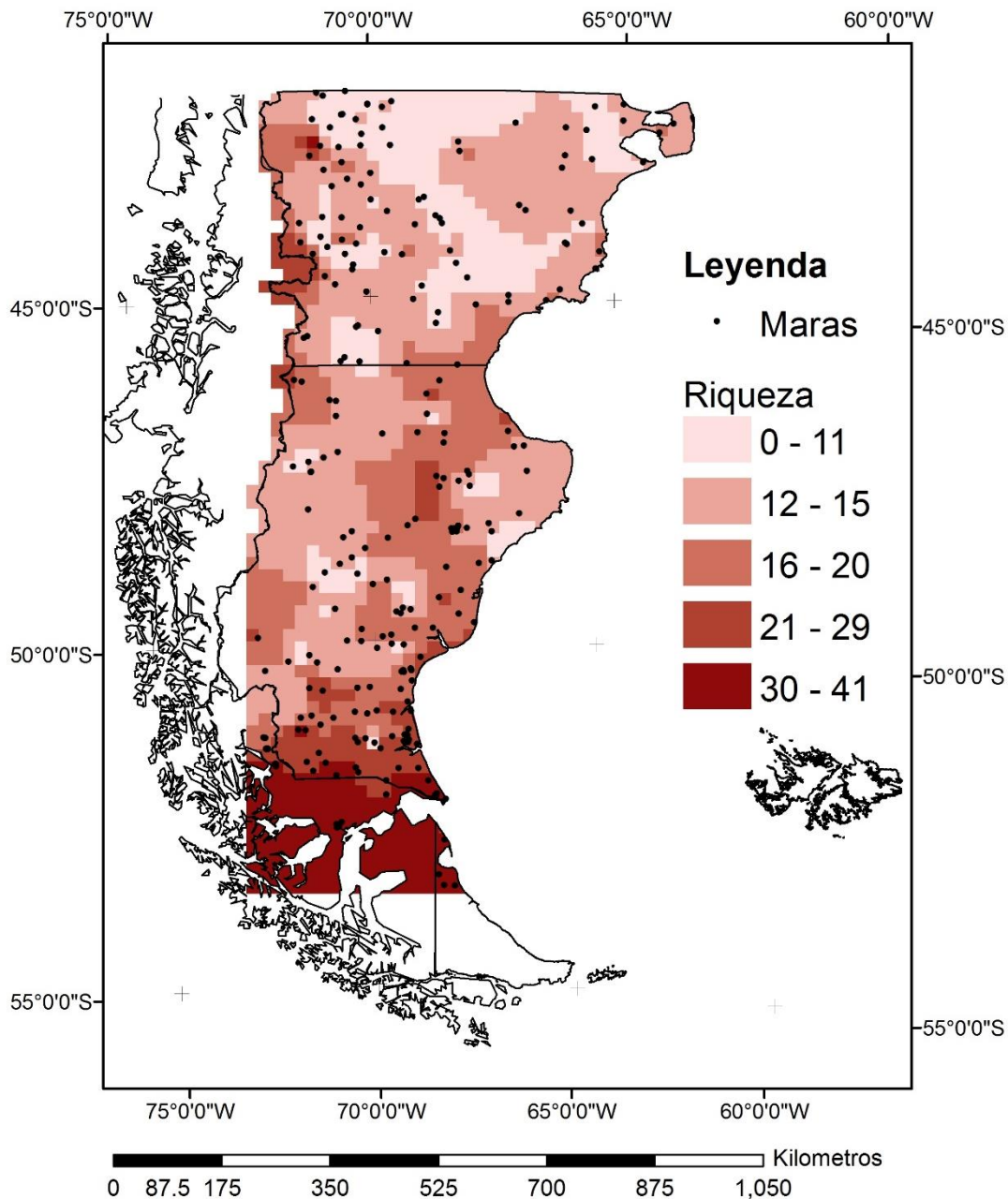


Figura 14: Riqueza específica (número de especies vegetales presentes) a partir de interpolación de 114 sitios MARAS. Paredes, inédito.

Hay más de 1.400 especies en la Estepa patagónica, con 10 géneros y 172 especies endémicas. Los monitores permiten evaluar diversidad y analizar como varía en la región, en ellos se detectan unas 14 especies por sitio, pero las Estepas en el sur presentan valores mucho más elevados. La Estepa Magallánica Húmeda en particular tiene un promedio de 32 especies por sitio (Fig. 14), y el máximo absoluto de especies detectadas por monitor (45). En comparación áreas como el Monte Austral tienen apenas 11 especies como promedio y registra un caso con apenas 2 especies por monitor. Los mapas de distribución de la riqueza muestran también que la Estepa Magallánica, y en especial la variante húmeda que se continúa en la Región de Magallanes chilena y en Tierra del Fuego concentra la mayor diversidad vegetal.

USO DE LA VEGETACIÓN: EL PASTOREO OVINO

Estos pastizales naturales han posibilitado una de las principales actividades económicas de la Patagonia continental: la ganadería ovina extensiva. El ganado doméstico modificó la disponibilidad de recursos para muchos organismos e indujo cambios en la estructura de la vegetación.

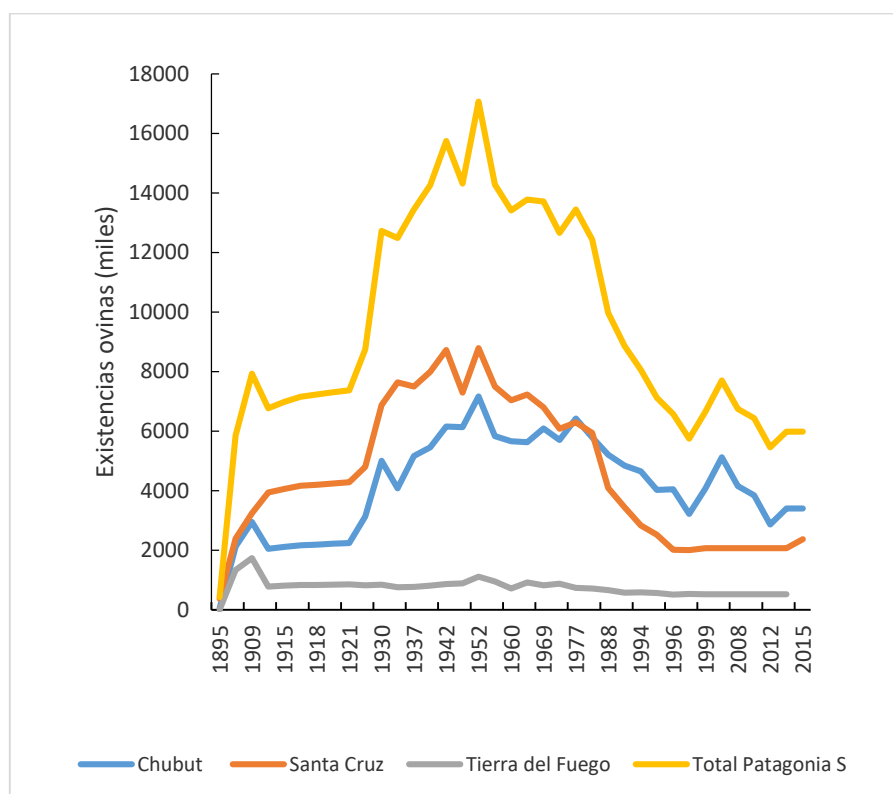


Figura 15: Existencias ganaderas en las tres provincias de la Patagonia Sur y total entre 1895 y 2017. Fuente: Mendez Casariego (2002), SENASA

La introducción del ovino comenzó a fines del siglo XIX (Barbería 1995) y tuvo su máximo auge en la década del 1950, con stock total de la Patagonia que llegó a los 17 Millones de cabezas. Luego se estabilizó alrededor de 13 M, pero durante el período 1980-2017 disminuyó en forma marcada hasta estabilizarse nuevamente en unos 6 M a fines de siglo XX (Fig. 15). Esta reducción se dio por una baja en las existencias de los predios y por el abandono de grandes extensiones. La pérdida de stock ovino se debió también a las erupciones volcánicas como la del Hudson en 1991 que afectó dos tercios del suelo santacrucense y las sequías y nevadas recurrentes. Santa Cruz pasó de casi 7 M de cabezas en 1978 a unos 2,5 M en la actualidad. En este proceso se abandonaron alrededor de un 40% de los establecimientos ganaderos: alrededor de 400 estancias con 10 M de hectáreas quedaron liberadas para la fauna nativa, principalmente en la Meseta Central. Chubut pasó por un proceso similar, afectado por una importante sequía iniciada en el año 2005, que generó una declaración de Emergencia Agropecuaria de alcance provincial en 2008 y que se extendió por más de seis años. A este proceso se le sumó en el 2011 la erupción del volcán Puyehue, que distribuyó cenizas volcánicas a varios departamentos. Estos eventos naturales impactaron fuerte y negativamente sobre la producción ganadera y en especial en la zona norte de la Meseta Central provocando más del 45 % de mortandad de hacienda entre 2005 y 2013. Cárcamo (2015) estimó en el marco del grupo de Apoyo al Desarrollo Territorial del Área Geográfica “Meseta Central del Chubut” que alrededor del 42 % de los campos de la provincia estaban desocupados y subocupados.

La degradación de suelos por erosión está asociada a cambios en principio poco perceptibles en la vegetación, que va sufriendo transiciones hacia estados más pobres, en los cuales las plantas preferidas por la hacienda disminuyen, aumentan las leñosas y los parches de suelo desnudo aumentan en número y tamaño (Paruelo et al. 1993). Los efectos de estos cambios de estado se manifiestan en una menor producción forrajera de los campos, detectada por una disminución en la señalada (la proporción de corderos que se obtienen en relación a las madres puestas en servicio). Los productores han estado obligados a bajar la carga ganadera de sus campos para restablecer una eficiencia mínima en la producción de corderos para venta y reposición de las madres, pero estas reducciones son en general “demasiado leves y demasiado tarde” y deben repetirse (Fig. 16). Los sistemas no se estabilizan a menos que se analice la receptividad y se ajuste la carga en forma consecuente, realizando un seguimiento anual de la oferta forrajera y un ajuste del manejo.

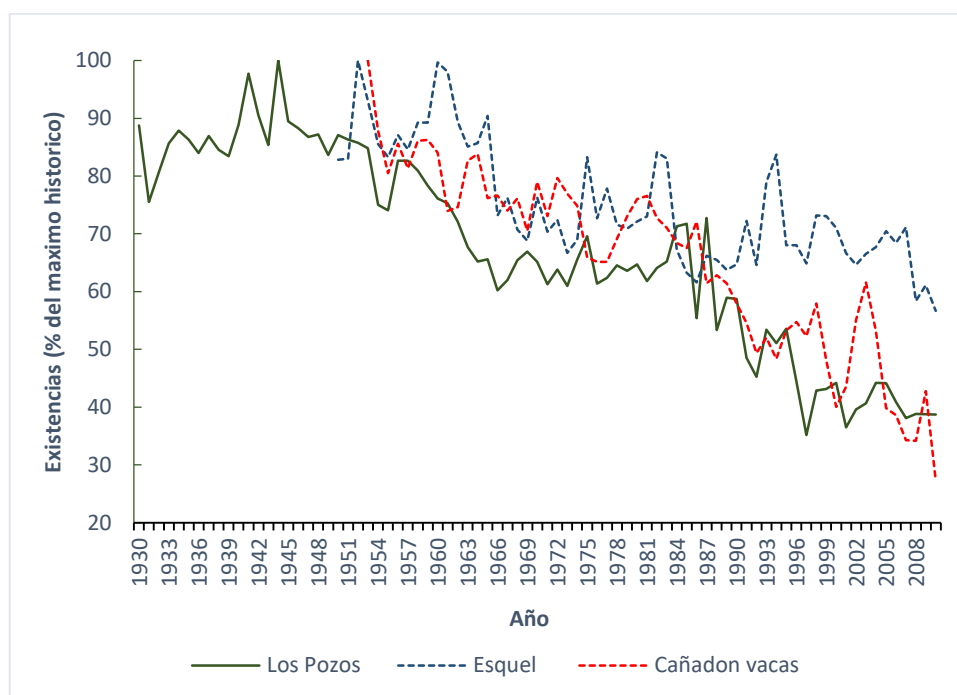


Figura 16: Ejemplo de evolución de existencias ganaderas a nivel predial. Ovinos totales en Los Pozos, Cañadón de las Vacas (Santa Cruz) y una estancia no identificada en la zona de Esquel (Chubut). Fuente: Cepeda, C, García Martínez, G, y Oliva G.

La tendencia a la pérdida de recursos forrajeros es también evidente a escala regional. En la Fig. 17 se muestra la tendencia del índice verde normalizado (un evaluador de la actividad fotosintética) de los píxeles del sensor NOAA AVHRR GIMMS entre el período 1981-2010 para toda la Patagonia (Gaitán et al. 2015).

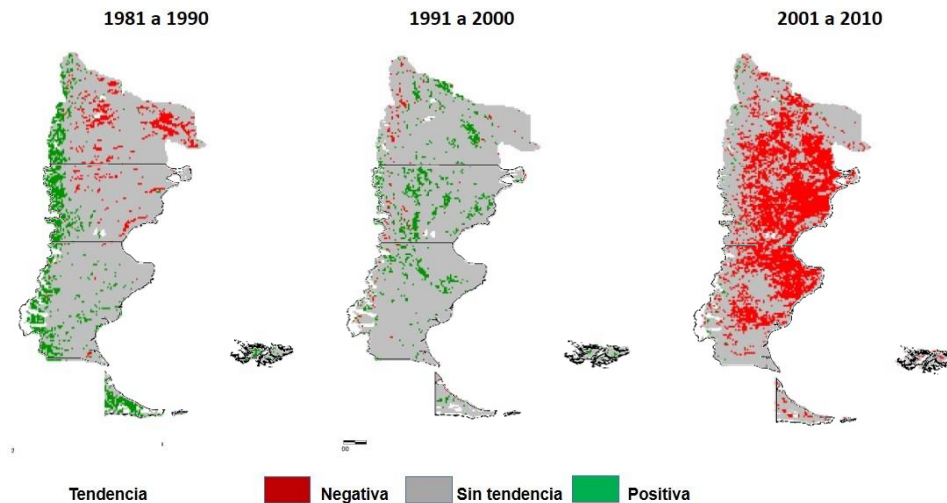


Figura 17: Tendencia del índice verde normalizado de pixeles de la Patagonia basado en la media del fPAR para la estación de crecimiento (octubre a marzo) de la serie temporal AVHRR GIMMS fPAR3g time series. Se marcan las tendencias significativas $p < 0.05$ (Gaitán et al 2015).

Durante las décadas del 80' y 90' la productividad primaria no se modificó en forma sustancial, mientras que en la primera década del siglo XXI una gran proporción de la superficie redujo su productividad. Al extender el periodo de análisis al año 2014 a través de imágenes MODIS (Fig. 17) las tendencias observadas se mantienen.

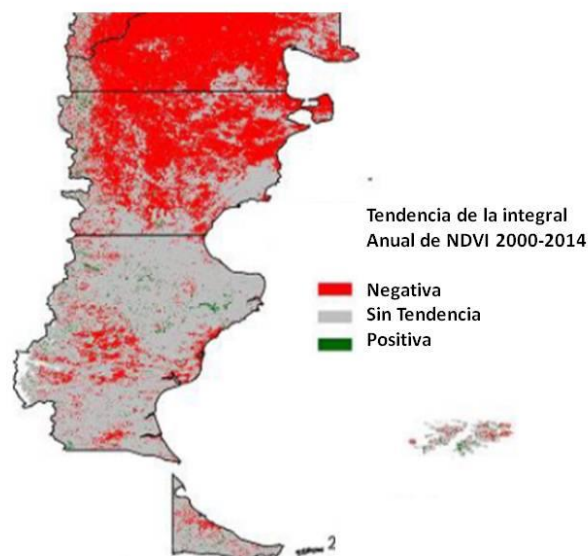


Figura 18: Tendencia de la integral anual del NDVI (NDVI-I) (a) y tasa de aumento o disminución anual de NDVI-I (%) (b) en el período 2000-2014 en la región patagónica (Gaitán et al., 2015).

Las tendencias en el índice verde pueden explicarse en el terreno por una reducción en la cobertura vegetal más o menos permanente o bien a una reducción en la productividad de la cobertura vegetal instalada, y pueden estar también asociadas a una reducción en la diversidad de los pastizales naturales. La red de monitores MARAS brinda aquí una valiosa fuente de información sobre la afectación de la cubierta vegetal en la Patagonia Sur. La Tabla 3 muestra que alrededor de un centenar de monitores que habían sido instalados entre 2008 y 2012 han sido reevaluados luego de cinco años, y se destacan las principales diferencias observadas.

	Relecturas	Diferencia Cobertura vegetal %	Diferencia Riqueza nº sp	Diferencia Tamaño interparche cm	Diferencia índice estabilidad LFA
Subtotal Chubut	59	-4,4	0,1	-23,4	-1,3
Distrito Central	21	-4,8	-0,4	-71,3	-0,9
Monte Austral	2	4,9	4,0	-24,7	2,1
Pastizales subandinos	9	-6,4	-0,9	28,4	1,8
Matorral del Golfo San Jorge	7	-0,7	1,1	-12,6	0,0
Sierras y Mesetas Occidentales	20	-5,2	0,4	-0,3	-3,6
Subtotal Santa Cruz	35	-0,1	-0,4	-12,6	-0,6
Distrito Central	18	0,6	0,5	-25,1	1,8
Estepa Magallánica Seca	6	-0,4	-1,2	-1,5	-3,5
Matorral de Mata Negra	9	-1,4	-1,1	4,3	-0,5
Matorral del Golfo San Jorge	2	0,0	-2,5	-15,9	-11,4
Subtotal Tierra del Fuego	4	-7,5	2,0	1,2	
Estepa Magallánica Húmeda	4	-7,5	2,0	1,2	
Total general	98	-3,0	0,0	-18,5	-1,1

Tabla 3: Número de monitores MARAS releídos luego de un período de cinco años en la Patagonia Sur, y cambio en cobertura (diferencia en cobertura absoluta), riqueza (número de especies), tamaño de interparches (cm) y valor del índice de estabilidad de LFA (puntos). Datos inéditos. Cartografía de Paredes, P: Lab. Teledetección EEA Santa Cruz

En un período de 5 años y a partir del 2008 se registró una tendencia dominante a la pérdida (valores negativos en la Tabla 3) de cobertura vegetal (-3 puntos porcentuales de cobertura absoluta a nivel regional) y a la reducción en el tamaño de las áreas de suelo desnudo entre las plantas, denominadas interparches (-18 cm). La diversidad medida a partir del número de especies presentes (riqueza florística) y la estabilidad de los suelos (un índice que evalúa diversos indicadores de la superficie del suelo) no se modificaron claramente.

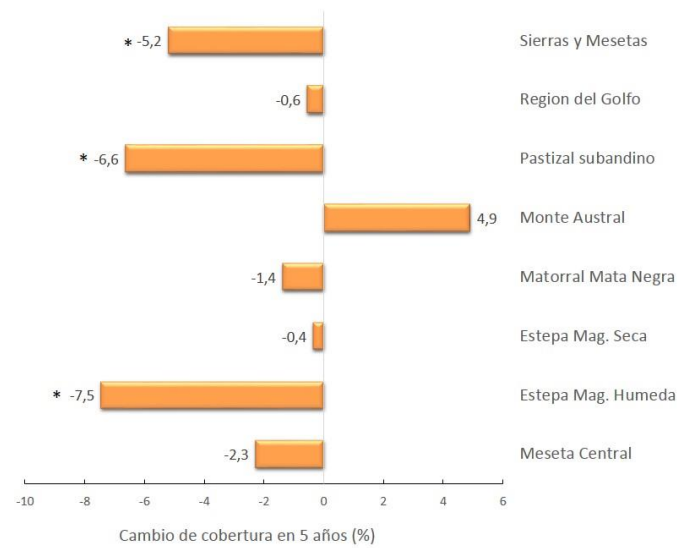
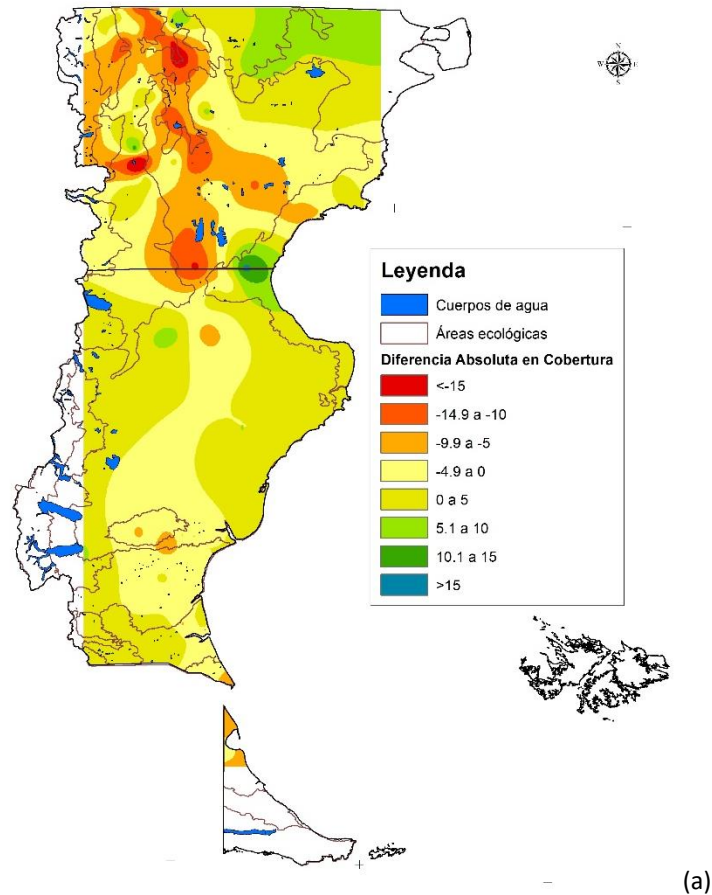


Figura 19: (a) Mapa de isolíneas de cambio de cobertura vegetal (b) Cambio en cobertura vegetal en 98 monitores MARAS de Patagonia Sur entre los años 2008 y 2016 por área ecológica. Asteriscos indican cambio significativo (prueba T muestras pareadas $P < 0,05$). Datos inéditos. Cartografía de Paredes, P. Lab. Teledetección EEA Santa Cruz

Los monitores de terreno muestran zonas de pérdida de cobertura en la mayor parte de la región (Fig. 19), con tendencia significativas en Sierras y Mesetas, el Pastizal Subandino y la Estepa Magallánica Húmeda. En la zona NE, coincidentemente con los datos de baja de precipitación y de tendencia negativa del NDVI. La pérdida de valores cercanos a los 10 puntos de vegetación es muy significativa en especial para el NO de la región que tiene de por sí coberturas muy bajas.

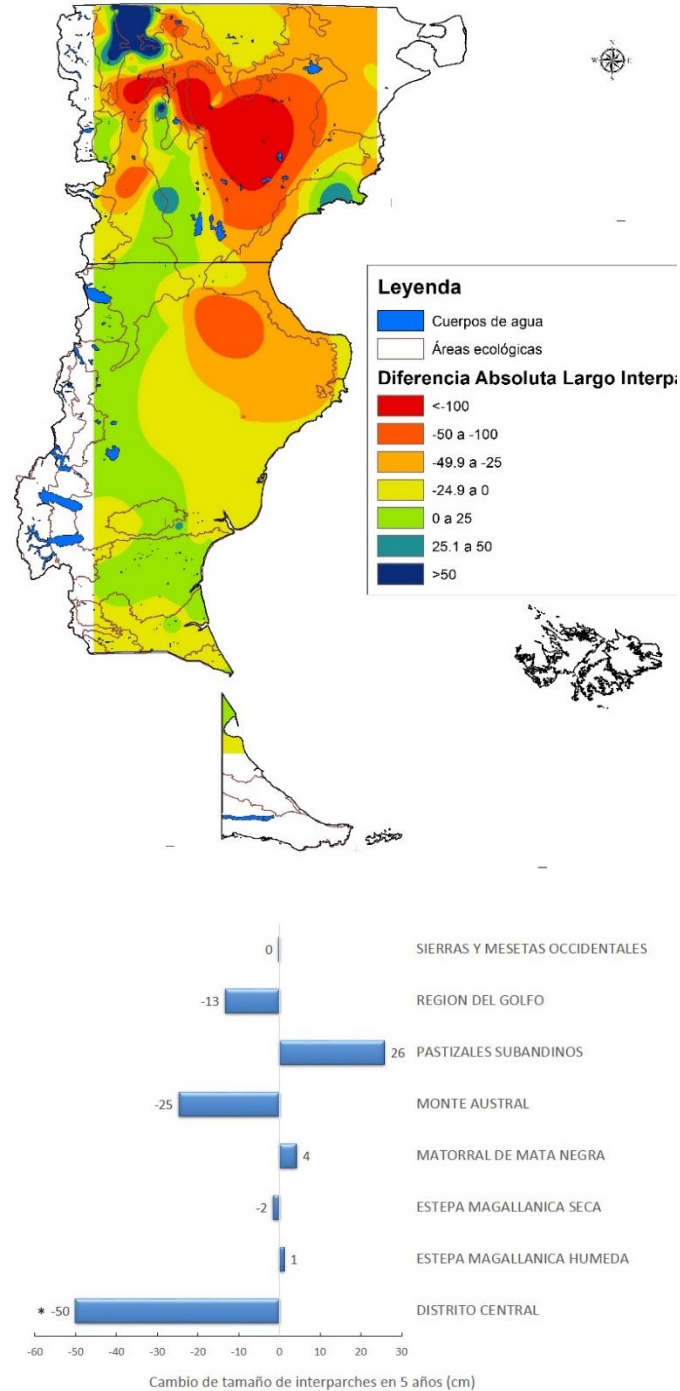


Figura 20. Tendencia del largo de interparche en 98 monitores MARAS de Patagonia Sur entre los años 2008 y 2016 (cambios en %). Datos inéditos. Cartografía de Paredes, P: Lab. Teledetección EEA Santa Cruz.

El largo de los interparches disminuyó en prácticamente toda la región (Fig. 20), con descensos más marcados en el centro-norte. Esto parece contradecirse con la reducción observada de la cobertura vegetal, pero se explica por un aumento del número de áreas de suelo desnudo que fragmentan los parches de vegetación.

INVASIONES DE ESPECIES PERJUDICIALES

La Patagonia Sur por sus características climáticas y por el tipo de vegetación perenne ha resistido a las invasiones biológicas mucho mejor que otros ecosistemas a nivel mundial (Collantes y Anchorena 1993). Sin embargo, algunas poblaciones de especies introducidas han ampliado distribución y densidad, causando problemas en las últimas décadas. La isla de Tierra del Fuego en particular es propensa a la invasión. Entre las plantas, se registró allí la invasión del género *Hieracium* (Fig. 21) hierbas perennes pequeñas originarias de Europa y de América pertenecientes a la familia Asteraceae (compuestas).

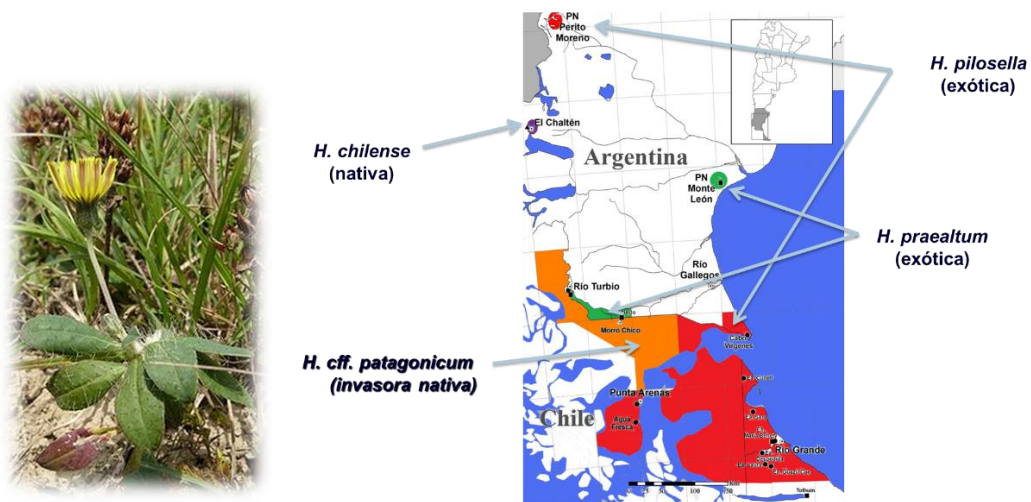


Figura 21: Invasión de las plantas del género *Hieracium* en Tierra del Fuego y sur de Santa Cruz. (Cipriotti et al. 2006)

En Tierra del Fuego *Hieracium pilosella* invadió pastizales en la zona chilena de El Porvenir y pasó a la porción argentina a partir de la década del 90. La especie también se detectó en localidades aisladas del sudeste de Santa Cruz en la zona de Cabo Vírgenes (Braun et al. 2010) el PN Perito Moreno y Río Turbio. Otra especie exótica del género, *Hieracium praealtum*, ha invadido la zona de Río Turbio en el sudoeste de Santa Cruz (Cipriotti et al. 2006, Cipriotti et al. 2008). En Tierra del Fuego y en la zona de Río Turbio estas malezas han causado serios problemas al cubrir completamente el suelo desplazando a las gramíneas y hierbas nativas del estrato intercoironal, que constituyen la base forrajera de los campos, e incluso desplazando a las gramíneas dominantes como el coirón.



Foto 6: Área de Mina 1, Río Turbio. El color rojo corresponde a las hojas de *Hieracium praealtum* en otoño (G. Oliva)

Otras especies invasoras importantes son la rosa mosqueta (*Rosa eglantheria*), en las praderas húmedas, el sauce (*Salix sp.*), en las riberas de ríos y arroyos. El junco *Schenoplectus californicus* ha ampliado su distribución característica del centro-norte de Patagonia causando trastornos hidrológicos en el Río Deseado, donde ha ocupado riberas en cursos y cuerpos de agua. La especie provoca sedimentación porque genera una disminución en la velocidad del curso de agua. Esto favorece su expansión y genera ambientes con menor contenido de O₂ disponible. En muchos cursos de agua ha invadido también la diatomea *Didymosphenia geminataque*, o Dydimo, una microalga de agua dulce originaria de la región templada fría del Hemisferio Norte que afecta la estructura y funcionamiento de los ecosistemas porque cubre los lechos rocosos y la vegetación nativa, reduciendo la concentración de oxígeno disponible y afectando las poblaciones de macro invertebrados bentónicos y peces. En todos estos casos, el conocimiento sobre la ecología de las especies y su dinámica son parciales y no permiten realizar recomendaciones de manejo para un apropiado control.

MALLINES

En el árido paisaje de la Patagonia extraandina existe una gran cantidad de humedales conocidos como mallines o vegas, generados por aporte de agua subsuperficial (a partir de influencia fluvial) como consecuencia del afloramiento de acuíferos, que aumenta la disponibilidad de agua en superficie para la vegetación (Utrilla et al. 2005). Estos constituyen pequeños oasis de una gran potencialidad productiva, que son utilizados por la fauna, (Mazzoni y Vázquez 2004), incluyendo varias especies de aves que se alimentan, reproducen y descansan en ellos en sus rutas migratorias (Imberti y Mazar Barnett 2003). Tienen una elevada productividad y especies de alta calidad para el ganado vacuno y ovino y se distribuyen a lo largo de todo el gradiente ambiental oeste-este, desde la cordillera de los Andes hasta la estepa donde atraviesan una gran variedad de comunidades vegetales (Rafaele 1999). Existe una variabilidad considerable entre los mallines de acuerdo al clima, hidrología, salinidad y sucesión vegetal (Moore 1990), desde turberas en el oeste cordillerano y en el sur fueguino, mallines dulces con cursos permanentes en

la zona subandina y alta cuenca de las zonas de sierras, hasta mallines de valles y áreas ribereñas salinos y/o alcalinos en la baja cuenca de las sierras y mesetas en el E (Lanciotti et al. 1993).



Foto 7: Un mallín en Tierra del Fuego (E. Livraghi)

La calidad del recurso hídrico que alimenta los mallines es en general excelente en la zona subandina (baja conductividad eléctrica $< 0,25$ dS/m, baja RAS entre 2 a 10, escasa a nula presencia de sales solubles, baja alcalinidad de carbonatos y bicarbonatos, y una relativamente baja mineralización), aunque en la región central y especialmente la costa el agua puede ser más salina ($0,25$ a $0,75$ dS/m de C.E. y 2 a 6 RAS) por los sedimentos con influencia marina (Coronato y Del Valle 1988, Luque 1997). La mayor parte de las aguas son aptas para irrigación (con familia de aguas usualmente entre C1S1 y C2S2 según la clasificación de Riverside) y para consumo. La calidad puede variar estacionalmente, ya que durante el estiaje los menores caudales provocan una concentración de las sales disueltas (Cremona et al. 1996), así como una modificación importante de parámetros de calidad del agua como el pH, el potencial de óxido-reducción, la alcalinidad, la temperatura y la solubilidad de elementos inorgánicos.

La mayoría de las plantas de los mallines, como las ciperáceas y juncos, algunas gramíneas y leguminosas herbáceas son perennes y rizomatosas que crecen multiplican en forma vegetativa. La producción forrajera en sitios en buen estado llega a los 5.000 kg MS/ha/año, 10 a 20 veces más que la estepa, aunque en el caso de mallines degradados puede ser similar: 300 kgMS/ha/año o menos (Bonvissutto y Somlo 1994, Bran et al. 1998). El ciclo de crecimiento es muy corto, comenzando a mediados de octubre, con un pico a fines de primavera, y se detiene a principios del verano (Buono y Nakamatsu 1997). Estos ambientes suelen utilizarse estacionalmente debido a que en gran parte del año permanecen inundados.

No es sencillo cartografiar los mallines por sus reducidas dimensiones y amplia distribución, y porque pueden confundirse con otras unidades de vegetación. Utilizando imágenes satelitales de alta resolución Grego et al. (2014) realizaron un mapa con la probabilidad de presencia de mallines (Fig. 22), que los muestra concentrados en el O y a lo largo de los ríos en la provincia fitogeográfica Patagónica. En el sur

llegan hasta la costa en los valles de los ríos principales, y en la Tierra del Fuego están ampliamente distribuidos en redes que siguen la topografía del paisaje glaciario.

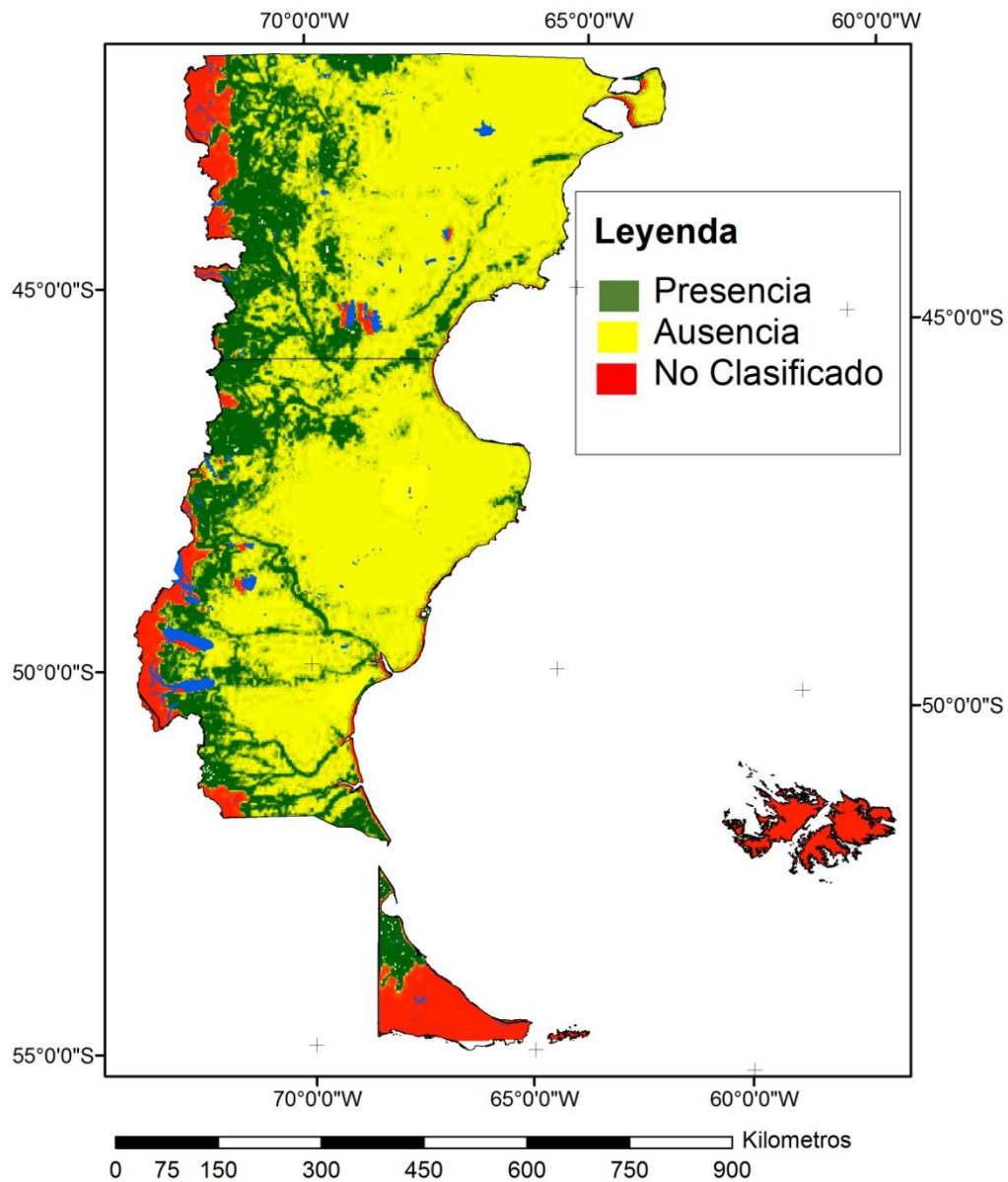


Figura 22: Mapa de presencia de mallines. Cartografía de P Paredes Laboratorio de Teledetección en la EEA Santa Cruz en base al mapa de Grego et al. (2014)

No existe una red equivalente a la de MARAS para los humedales, y resulta metodológicamente difícil evaluar el cambio en estos ambientes mediante sensores remotos por su reducida extensión y complejidad ambiental. La disponibilidad de agua y pastos verdes y de alta calidad que proporcionan los mallines de estepa, expone a estos ambientes a una mayor presión de pastoreo y muchos de ellos están deteriorados (Del Valle 1993, Perotti et al. 2005). Los ejemplos más conservados están en el área

subandina, ya que permanecen meses cubiertos por nieve (Raffaele 1993). A pesar de que parte de las especies típicas de los mallines son rizomatosas y resistentes a la herbivoría, una elevada carga animal provoca el deterioro por compactación del suelo y por modificación hidrológica. La pérdida de área foliar reduce la demanda de agua en la zona radicular y favorece el ascenso de agua freática que llega a la superficie. En zonas de aguas y/o suelos con características salinas y/o sódicas, la evaporación concentra sales en superficie y encostramiento superficial, que favorece la erosión laminar con (Luque y Amari, 1995). El pisoteo animal conduce a la compactación con pérdida de estructura del suelo y reduce la capacidad de retención de agua útil para las plantas. La zona intermedia de los mallines es la más afectada, ya que se mantiene húmeda, mientras que la zona central, saturada de agua y la zona periférica, resisten mejor la compactación. Las zonas periféricas pueden degradarse cuando la ladera adyacente tiene mucha pendiente y baja cobertura vegetal. El agua escurre superficialmente sobre ellas y llega al mallín generando cárcavas que arrastran sedimento y generan drenajes para la napa freática, que profundiza y deja de alimentar a la vegetación del mallín.

PERSPECTIVAS FUTURAS DE CAMBIOS EN LA VEGETACION

¿Cómo puede modificarse en el futuro la vegetación en vista de la modificación en el clima regional? Es posible inferir estos cambios analizando la distribución actual de la vegetación en el sistema MARAS en relación a los gradientes geográficos actuales de las precipitaciones. Los cambios climáticos proyectados pueden asociarse de este modo con cambios esperados en la cobertura vegetal (Gaitán, inédito). En esta proyección, que naturalmente debe tomarse simplemente como un posible escenario, se observa para gran parte de Chubut un descenso en la cobertura vegetal, mientras que en el centro y sur de la provincia de Santa Cruz los cambios en cobertura vegetal serían positivos. Este panorama se debe relativizar en función de la dificultad de los ambientes que han sufrido procesos de desertificación/degradación para recuperarse aún con algo más de lluvia y un mejor manejo, y, por el contrario, de la resiliencia que muestran los pastizales que aún no están degradados a resistir largos períodos de sobrecarga o sequía manteniendo una cierta capacidad de recuperar cobertura y diversidad cuando se relajan estas condiciones (Oliva et al. 1998) .

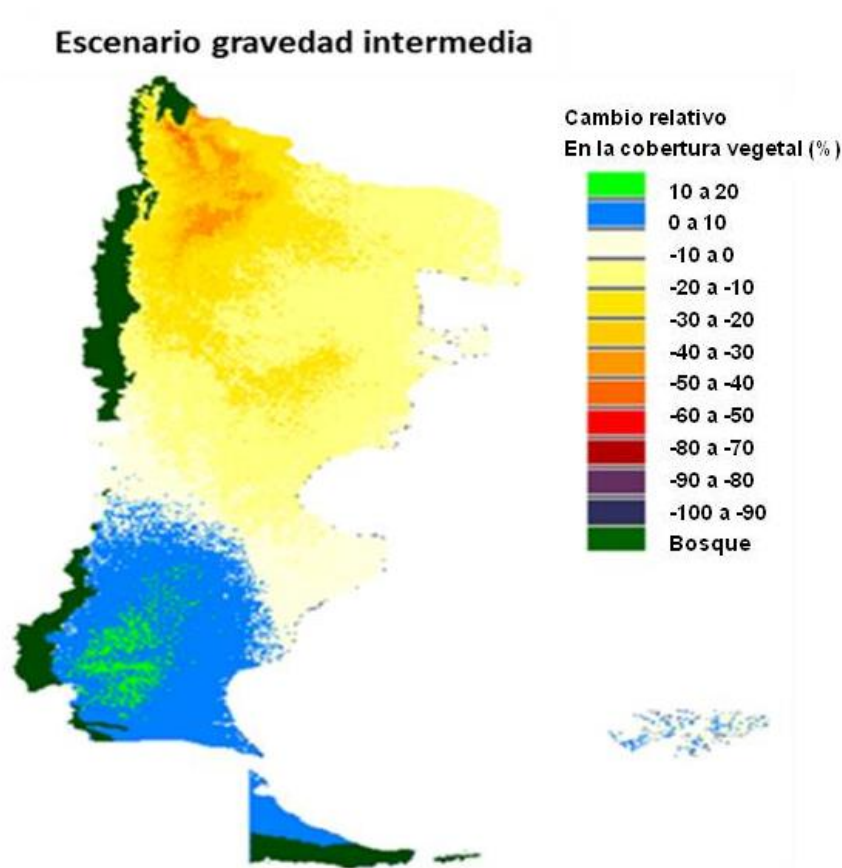


Figura 23: cambio relativo en la cobertura vegetal expresado como % de cambio respecto a la situación actual (Gaitán datos preliminares)

FAUNA

La fauna silvestre autóctona de la región patagónica tiene una estrecha relación con Australia y Nueva Zelandia y, en menor medida, con Sudáfrica y América del Norte. Como ocurre con la flora, se observan dos conjuntos faunísticos: el austral-cordillerano y el andino patagónico. Hay grupos muy característicos y de gran significado ecológico y una abundancia de formas endémicas (Bonino 1994). En la actualidad, y sin tener en cuenta los de hábitos marinos, los mamíferos patagónicos comprenden 9 órdenes, 20 familias y alrededor de 58 géneros y 90 especies, de las cuales 77 son autóctonas y 12 son exóticas. En general dominan los de hábito cavador y corredor, y los más comunes son el guanaco (*Lama guanicoe*), el zorro gris, los hurones, el gato montés y el de los pajonales, el puma y el zorrino. Los roedores son abundantes en especies y número de individuos: mara, tuco-tucos, cuises, ratas y ratones, etc. En el monte los mamíferos más característicos son la comadreja overa y la marmosa entre los marsupiales, y el puma, el yaguarundí, los zorros, los zorrinos y los hurones entre los carnívoros. Los roedores son numerosos y entre ellos se pueden citar la mara, los cuises, los tuco-tucos, las ratas y los pericotes. Entre las especies exóticas se encuentran la liebre europea, el conejo europeo y el visón americano.

Con respecto a las aves, se citan alrededor de 300 especies, aunque muchas de ellas son características del bosque y de la extensa línea litoral (Narosky 2000). El hábitat de la estepa es apropiado para aves corredoras como el Choique (*Pterocnemia pennata*), la Martineta Común (*Eudromia elegans*), la endémica Quiula Patagónica (*Tinamotis ingoufi*). También las hay insectívoras caminadoras de plumajes pardos y grises como la Bandurrita Común (*Upucerthia dumetaria*), la Caminera Patagónica (*Geositta antarctica*). Los humedales tienen aves con plumajes más vistosos entre las que se destacan tres especies endémicas: el Macá Tobiano (*Podiceps gallardoi*), la Gallineta Chica (*Rallus antarcticus*) y el Pato Vapor Volador (*Tachyeres patachonicus*). Estos ambientes tienen también varios patos, cisnes (*Cygnus melancoryphus*) y cauquenes entre los que se destacan el Común (*Chloephaga picta*) y el Colorado (*Chloephaga rubidiceps*), en grave disminución numérica. Hacia el N, en el contacto con la región del Monte se incorporan algunas especies como el Gallito Arena (*Teledromas fuscus*), el Canastero Patagónico (*Asthenes patagónica*) y el Caserote Pardo (*Pseudoseisura gutturalis*).

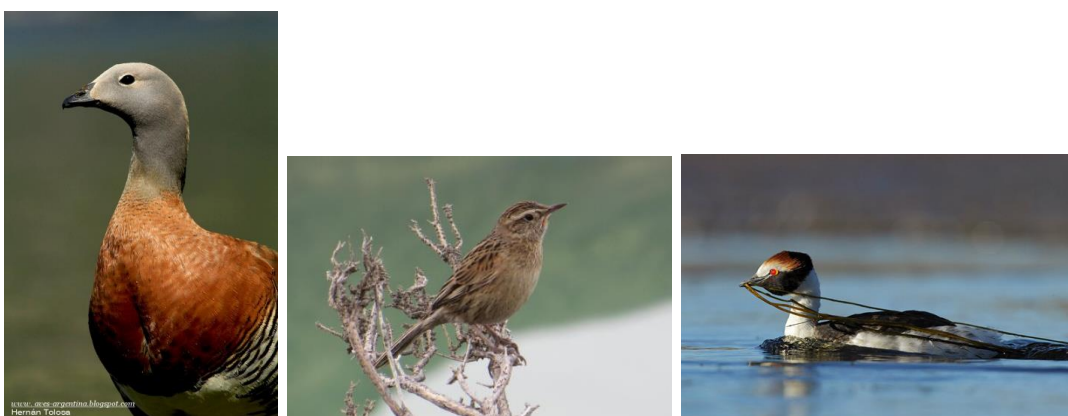


Foto 8: Cauquén colorado, Espartillero austral y Maca Tobiano, tres especies endémicas de la Patagonia extraandina

APROVECHAMIENTO DE LA FAUNA

El guanaco constituyó un recurso importante desde la colonización ganadera para el poblador rural, ya que cazaba chulengos y adultos (de Lamo et al. 1998). En la década del '50 y hasta mediados de la década de los '70, la exportación de pieles de guanaco desde la Argentina promediaba los 70.000 ejemplares por año y la caza legal de chulengos para la exportación de pieles se constituyó en una actividad económica importante (Franklin y Fritz 1991). La situación cambió a partir de la inclusión del guanaco en el Apéndice II de la CITES, ratificado por Argentina en 1981. Por esta norma se recomendó la suspensión de las importaciones de guanaco provenientes de Argentina hasta que se presentara un plan de manejo apropiado. En 2006 la Dirección Nacional de Fauna elaboró el Plan Nacional del Manejo del Guanaco que regula las actividades de exportación, tránsito interprovincial y comercialización en jurisdicción federal de productos y subproductos de guanaco provenientes únicamente de animales vivos. Dado que no incluyó la caza comercial, el tránsito federal de productos cárnicos, cueros o fibra proveniente de animales muertos está prohibido. Las provincias de Chubut y Santa Cruz han elaborado planes de manejo para sus poblaciones de guanacos, que autorizan diversas actividades incluyendo la caza deportiva, comercial y el encierre en el marco de proyectos de aprovechamiento/manejo predial que incluyen evaluaciones de poblaciones y de oferta forrajera.

PERSPECTIVAS DE CAMBIO EN LA FAUNA NATIVA

El cierre de establecimientos ganaderos y la disminución de existencias en los que se mantienen en producción redujeron a la tercera parte de la presión de herbivoría por el ganado sobre las especies vegetales forrajeras. Esto, sumado al descenso en la población rural y la prohibición de comercialización de los productos de la fauna autóctona, generó una oportunidad de crecimiento para las poblaciones nativas. Un relevamiento aéreo del año 2000 estimó una población de 402.000 guanacos para la Patagonia continental, y 224.000 para Santa Cruz (Amaya et al. 2001). Durante 2013 se estimaron para Santa Cruz 1.077.531 individuos (Manero et al. 2013). Estas cifras son consistentes con los 1.1 M estimados por Travaini et al. (2015) y los 1.3 M de Bay Gavuzzo et al. (2015). La F.I.A.S. (Federación de Instituciones Agropecuarias de Santa Cruz) vienen señalando este crecimiento que sería del orden del 500% en una década de la especie, con el consiguiente deterioro de los pastizales. Los aumentos observados en las poblaciones de Chubut son similares: 101 mil en 2000 vs 552 mil en 2015 (Bay Gavuzzo et al. 2015), y los de Tierra del Fuego, a pesar de no haber sido documentados se asume que son similares. Al mismo tiempo, y como ya se ha descripto, las existencias ovinas han caído en forma sostenida y probablemente estén en este momento por debajo de la capacidad de carga sustentable de los pastizales naturales de la Patagonia Sur. Para el caso de Santa Cruz, Borrelli et al. (1997) y Oliva et al. (2009) estimaron a partir de datos de campo y de imágenes satelitales que la capacidad de carga sustentable de la provincia sería de alrededor de 3.7 M de ovinos. Las existencias totales en el año 2000 eran de aproximadamente este nivel, pero han seguido cayendo hasta los 2 M / 2.5 M actuales. Dada que existe superposición dietaria de ambos herbívoros (Baldi et al. 2001, Baldi et al. 2004), es posible que las cargas ganaderas estén en la actualidad cerca del nivel de carga sustentable global, pero la fuerte tendencia regional al incremento de la fauna de herbívoros nativos hacen pensar que en el futuro la presión de la fauna se irá incrementando y se requerirá el manejo de las poblaciones.

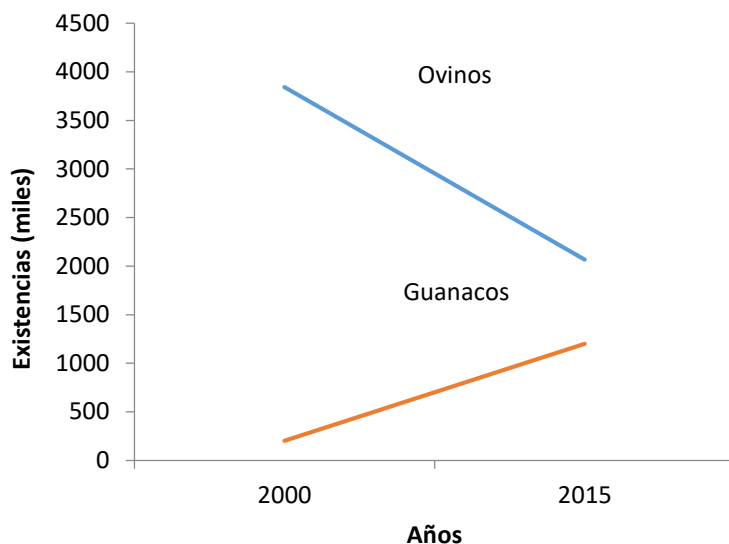


Figura 24: Existencias de ovinos y estimación de poblaciones de guanacos entre 2000 y 2015 en Santa Cruz.

También han aumentado las poblaciones de carnívoros, que durante el período de colonización y estabilización de la ganadería ovina habían sido controlados, El puma (*Felis concolor*), recuperó gran parte de su territorio original y hoy su distribución llega hasta las zonas costeras. También se produjo un aumento de poblaciones y expansión de la distribución del zorro colorado (*Lycalopex culpaeus*) hacia el sur de Santa Cruz. Ambas especies constituyen un problema para la producción en áreas subandinas.

INVASIONES FAUNISTICAS

Varias especies invasoras han aumentado su distribución en las últimas décadas. El Castor, una especie introducida en Tierra del Fuego en 1946 ha avanzado en ambientes forestales, generando profundas modificaciones en la hidrología, pero en los últimos años ha invadido también zonas de pastizales naturales que carecen de árboles. Previamente Tierra del Fuego había sido invadida por conejos (*Oryctolagus cuniculus*), que fueron controlados por el virus del mixoma, y por otras especies menos problemáticas para la ganadería como el zorro gris (*Lycalopex griseus*) y el peludo (*Chaetophractus villosus*), pero que causan problemas en las poblaciones nativas como las de Cauquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*). También son preocupantes en Tierra del Fuego el crecimiento de la población de perros asilvestrados y las invasiones registradas de Visón (*Neovison vison*) que avanza en Santa Cruz amenazando sitios de nidificación del Macá tobiano.



Foto 9: El Castor, una especie introducida que invade Tierra del Fuego y está en proceso de invasión al continente, modifica la hidrología de mallines y humedales en la zona de estepa.

DESERTIFICACIÓN

Los cambios descritos en suelos y disponibilidad de recursos hídricos suelen ser irreversibles porque implican erosión y afectan especialmente a los estratos superficiales que tienen la mayor parte de los nutrientes. Alteran también el ciclo del agua, ya que la menor cobertura y la mayor compactación en los sitios productivos reducen la infiltración y estimulan el escurrimiento superficial, que produce a su vez erosión hídrica (DHV-SWEDFOREST 1998). Este complejo proceso incluye degradación de la vegetación, erosión hídrica y eólica, y compactación y salinización de los humedales y afecta en particular a la Patagonia, que tiene una baja capacidad de recuperación comparada con otros desiertos en el mundo (Oliva et al. 2016a). Esta reducción de la producción potencial de los bienes y servicios ecosistémicos se conoce como desertificación, y sus efectos son similares a los inducidos por el calentamiento global y las condiciones de aridez producto del cambio climático (Gaitán et al., 2016). Este deterioro ambiental afecta directamente la hidrología, manifestándose en la pérdida de aguadas naturales y vertientes, así como la profundización de las napas con pérdida de pozos por efecto de la baja recarga de los acuíferos. En el centro norte de Chubut ha producido un problema productivo (falta agua para la hacienda) y social (para el consumo de pobladores) luego del período de sequía de 2006 a 2014. A raíz de esto, el programa Pos emergencia invirtió u\$6M para perforaciones en la meseta entre 2015 a la fecha, para ofrecer alivio a menos de la mitad de los pobladores afectados. La desertificación tiene un fuerte impacto en la actividad económica de la región, ya que afecta la producción de forraje sobre el que se basa la ganadería extensiva, afectando al stock ovino. Se cree que en los últimos 30 años el ingreso bruto no percibido en las provincias de Chubut y Santa Cruz debido a la desertificación fue de 260 millones de dólares y se calcula que representa la pérdida de una zafra de lana completa cada 7 años (Andrade et al. 2010). Esto tiene un fuerte impacto social, ya que ha llevado al cierre y abandono de los establecimientos, cuyas familias han tenido que migrar a las ciudades. La mayoría de los establecimientos abandonados y no rentables se ubican en la meseta central en las áreas más pobres desde el punto de vista forrajero, con establecimientos de menor superficie y que tienen menor capacidad para realizar inversiones (Barbería 1995).



Foto 10: Médanos en formación a partir de una laguna en el Campo Experimental Potrok Aike, EEA Santa Cruz (H. Cordoba).

HERRAMIENTAS PARA EL MANEJO FUTURO DE LOS RRNN

Un panorama como el descrito, con intensificación de las sequías en una gran parte del territorio y un generalizado aumento en la temperatura y ocurrencia de eventos, extremos requiere de cambios en los sistemas productivos y la forma en que se manejan los recursos naturales. Algunas de estas herramientas han sido desarrolladas en las últimas décadas, y otras están aún en etapa de diseño o prueba:

MONITOREO:

Es indispensable analizar cambios que se dan en estos pastizales en forma paulatina y a muy largo plazo, y distinguirlos de la gran variabilidad anual que induce la lluvia en el corto plazo. Como ya se ha discutido, el INTA ha desarrollado una metodología para evaluar cambios en la situación del suelo y vegetación a mediano y largo plazo y escala regional a través de una red interinstitucional MARAS que alcanza los 373 monitores. Este proyecto permite trazar inicialmente una línea de base del estado de las tierras después de un siglo o más de pastoreo, incluyendo la biodiversidad y la conservación de suelos. Nos permiten también registrar en el futuro invasiones biológicas, extinciones locales, y cambios en la química, física y almacenamiento de carbono en los suelos. Existe también una Red REBANPA que evalúa diversidad en Santa Cruz y Tierra del Fuego. A estos esfuerzos se une una serie de instrumentos de monitoreo, el seguimiento predial a través de las evaluaciones anuales de terreno, y los sistemas de monitoreo agro meteorológico y de anomalías de índice verde.

RED AGROMETEOROLÓGICA

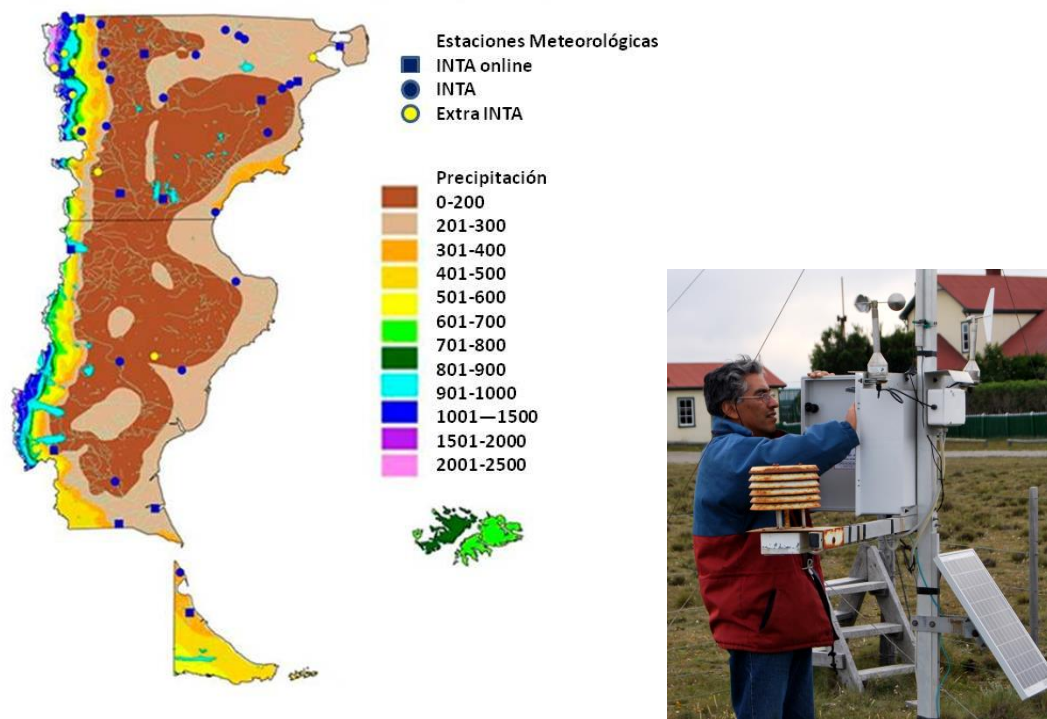


Figura 25: Red de estaciones meteorológicas del INTA Patagonia Sur (Colombani y Gonzalez 2016)

La red de estaciones meteorológicas del INTA está conformada por 38 estaciones automáticas de las cuales catorce pertenecen a la EEA Chubut, dieciséis a la EEA Esquel y ocho a la EEA Santa Cruz. Algunas son estaciones propias, de la Dirección de Bosques y Parques, Hidroeléctrica Futaleufú, CORFO, Piedra Grande S.A.M.I.C.A. y F. y productores particulares (Fig. 25). Estos datos completan la escasa información disponible de la red del Servicio meteorológico nacional y resultan muy valiosas para evaluar emergencias y analizar tendencias climáticas.

En la provincia de Santa Cruz se estructuró un Banco de Datos Hidrometeorológicos (BDHM) cooperativo entre diversas instituciones que consiste en un registro de datos ordenado, catalogado, documentado, compilado en un formato de sencilla búsqueda y comprensión, tal que permita realizar análisis de fenómenos de interés sobre la hidrología regional, tanto en su fase atmosférica (meteorología y climatología) como terrestre (hidrología superficial y subterránea), (Díaz et al., 2016).

La meta del proyecto consiste en desarrollar un registro de datos hidrometeorológicos a partir del total de datos accesibles públicamente, así como de otros por generarse en el marco de actividades de investigación y/o extensión en instituciones y empresas de la región, que permitan la realización de estudios de clima, meteorología e hidrología de particular interés para el sector agropecuario, así como el intercambio cooperativo de datos entre participantes de la iniciativa. Este banco se compone de 8 Bases de Datos (BD) orientadas al registro y organización de datos sobre diferentes variables asociadas a los recursos hídricos, su dinámica natural en cantidad y calidad, su interacción con otros elementos del medio como el suelo, como así también su captación y uso. Estas BD son: (1) una dedicada a meteorología, (2) una a hidrometría de cuerpos y cursos de agua de superficie, (3) una a canales y el estudio de su rendimiento hidráulico, (4) una de ensayos de infiltración y determinación de parámetros hídricos de interés en suelos, (5) una de climatología modelizada, (6) una de perforaciones de captación o monitoreo de agua subterránea, (7) una sobre calidad de aguas, y (8) una base cartográfica en formato SIG contenedora de la geoinformación de interés hídrica disponible.

SEGUIMIENTO DE SEQUÍAS POR SENSORES REMOTOS

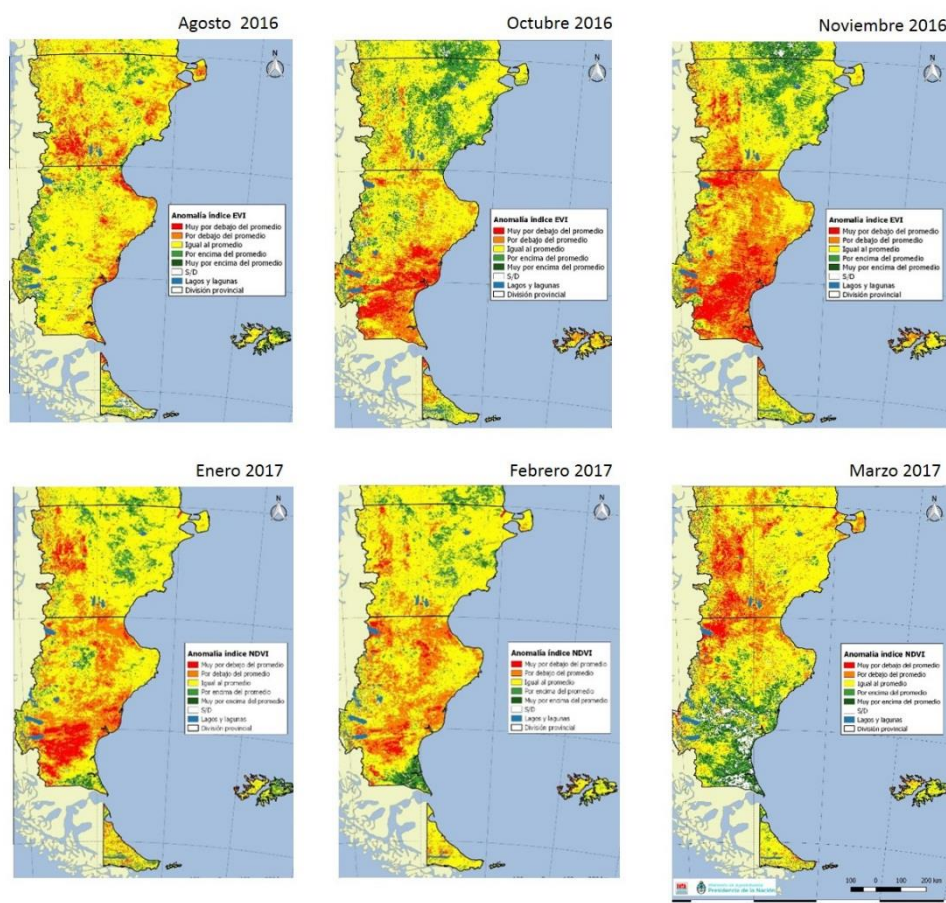


Figura 26: Anomalías del índice de vegetación en imágenes MODIS Terra, para índices EVI agosto 2016 a noviembre 2016) y NDVI (enero 2017 a marzo 2017). Fuente: Behr Santiago Anomalia de índice verde de SIPAS <http://sipas.inta.gov.ar/?q=sistema-monitoreo-prod-evol-ivnr>

El INTA obtiene en forma diaria imágenes de calidad de toda la región a partir del satélite MODIS, que son sintetizadas en imágenes quincenales con una resolución espacial de alrededor de 250 m, y el índice verde de estas imágenes permite visualizar rápidamente el estado de la vegetación. Si se comparan los valores históricos promedios de cada punto de la imagen con los actuales se pueden identificar áreas que están por arriba o por debajo del promedio histórico considerado como normal, una herramienta disponible en tiempo real que es útil a la hora de tomar decisiones. En la Fig. 26 se muestran los mapas de Anomalías del Índice Verde. Entre agosto y noviembre de 2016 se utilizó el índice EVI y entre enero y marzo de 2017 el índice NDVI, aunque los resultados de ambos son muy similares. En esta secuencia se puede notar el desecamiento de la zona sur de Santa Cruz que alcanzó su máximo en diciembre de 2016 y fue remitiendo a lo largo de 2017 luego de intensas lluvias.

EVALUACION DE DENSIDAD DE GUANACOS

En los últimos cinco años, en los cuales la situación del guanaco ha pasado a ser una preocupación del sector productivo, se han desarrollado en la región equipos técnicos para el relevamiento de estas poblaciones nativas, tanto a escala regional, con relevamientos aéreos mediante el avistaje desde aviones o con relevamientos prediales, que consisten en recorridos terrestres. Estos últimos son realizados con protocolos comunes en los cuales se registra la posición mediante telémetros y GPS el número de individuos en los grupos de guanacos. Softwares especiales permiten estimar densidades a partir de estos datos de una forma consistente, y sumar a las planificaciones prediales la presión de herbivoría silvestre, que en muchos casos es equivalente o mayor que la carga ganadera.

EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS

Es necesario fortalecer las capacidades de inventario, monitoreo y control de los recursos hídricos en la región, ajustando criterios técnicos comunes. Se deben readecuar normas vigentes a fin de contar con herramientas efectivas de intervención. La gestión de los recursos hídricos debe hacerse en ámbitos participativos donde estén representados todos los actores territoriales de las cuencas hidrográficas. Se deberá poner énfasis en la mejora de la eficiencia de uso de agua en los métodos de riego y el reuso, en el marco de principios de la economía circular, especialmente en áreas urbanas y periurbanas, a fin de compensar las mermas que se están produciendo por sequías. Se debe adoptar un enfoque ecosistémico a fin de evaluar el impacto sobre las cuencas de las distintas actividades humanas en términos de los múltiples servicios que ellas proveen, incluyendo el flujo de bienes consumibles por el hombre (agua, peces, productos agrícolas, ganaderos y forestales), los procesos de los que el hombre se beneficia (regulación de las crecidas o de la carga de sedimentos), las oportunidades para el turismo y esparcimiento (pesca recreativa) o los componentes de la naturaleza con valor intrínseco de existencia o por las opciones que podrían ofrecer en el futuro (biodiversidad terrestre, acuática y riparia). Existen muchos recursos hídricos compartidos con Chile (especialmente en Santa Cruz y Tierra del Fuego) y entre provincias y en estas áreas se debe asegurar un fluido intercambio de datos y experiencias, tanto de investigación, desarrollo y transferencia, como gestión propia de las autoridades de aplicación en la materia. Estos aspectos están contemplados en protocolos internacionales vigentes desde finales de la década de 1990 pero han sido escasamente aprovechados.

GENERALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN Y PLANIFICACION DE PASTIZALES EN UN MARCO DE SISTEMAS FLEXIBLES

La evaluación de pastizales naturales es una de las herramientas prácticas que se han desarrollado en las últimas décadas y provee información crítica sobre la oferta de forraje que permite regular la presión de pastoreo y evitar la degradación (Bonvissuto y Gonzalez Carteau 2001, Borrelli 2001a, Borrelli y Oliva 2001, Elissalde et al. 2002, Siffredi 2011). En estos relevamientos de campo se determina la oferta forrajera del pastizal en forma objetiva para complementar la información que tiene el productor. Los métodos se aplicaron extensamente en la región, muchos de ellos financiados por los propios productores, o bien aprovechando las oportunidades que brindaron los proyectos de desertificación (1989-2004) y la Ley Ovina.

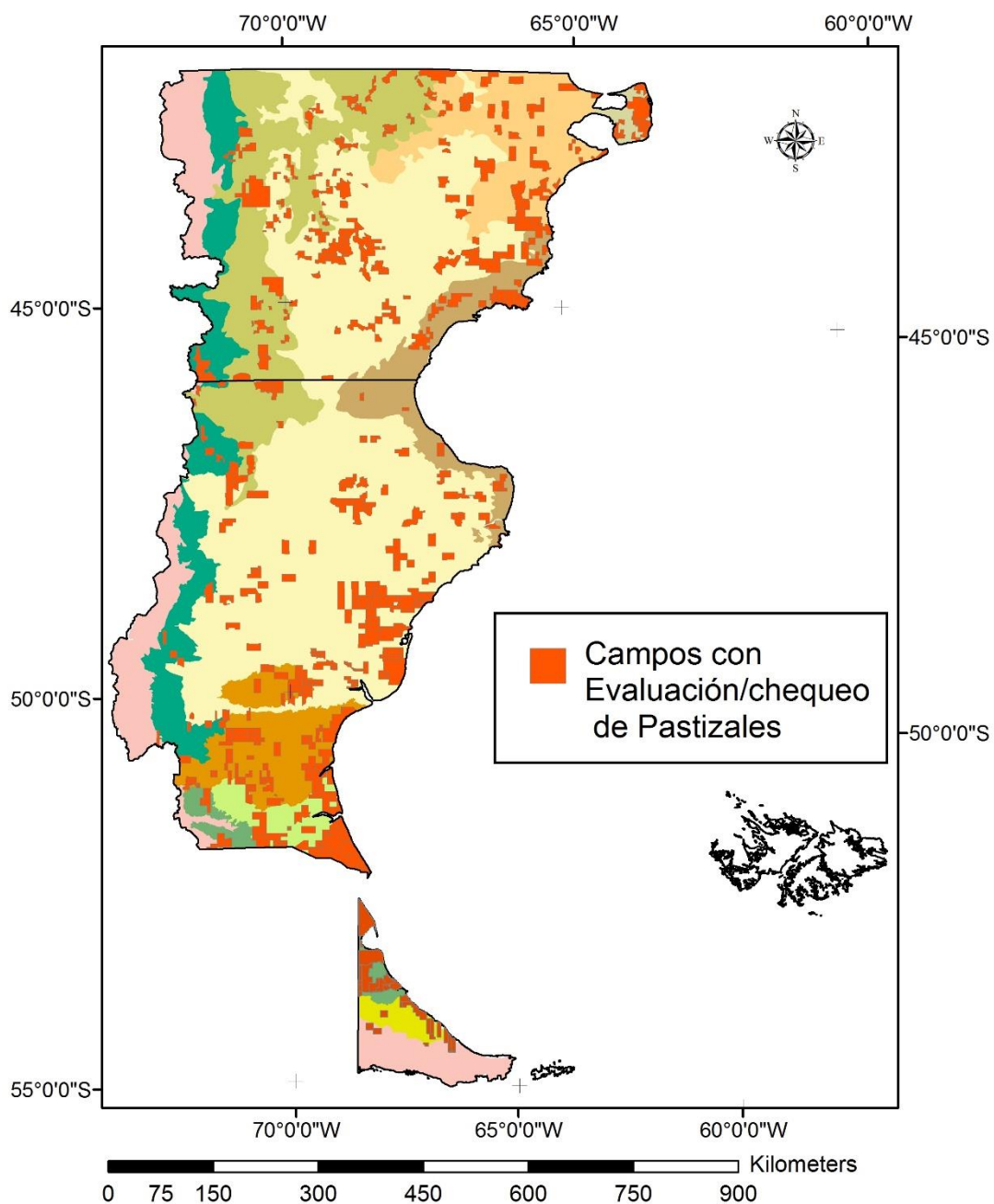


Figura 27: Campos en los cuales se ha realizado al menos una evaluación predial en Chubut y Santa Cruz. Fuente: Behr Santiago, Vanessa Torres, Enrique Livraghi y Paula Paredes. Cartografía: Paula Paredes Lab. De Teledetección EEA Santa Cruz

Regiones ecológicas	Superficie total (ha)	Superficie relevada			% Relevado
		Chubut	Santa Cruz	T. del Fuego	
Meseta Central	22.877.353	1.066.849	1.046.523		9,2
Monte Austral	3.786.409	652.757			17,2
Pastizales subandinos	3.770.886	93.302	101.606		5,2
Península Valdés	3.95.410	111.813			28,3
Golfo San Jorge	2.077.205	352.948	160.208		24,7
Sierras y Mesetas	6.815.015	689.897	293.737		14,4
Estepa Magallánica Seca	1.170.000		322.918		27,6
Estepa Magallánica Húmeda	390.000		250.000		64,1
Matorral de Mata Negra	2.830.000		128.200		4,5
Estepa Magallánica Húmeda TF	391.567			270.544	69,1
Ecotono	790.392			152.112	19,2
Total por provincia		2.967.566	2.303.192	422.655	
Total	45.294.237			5.693.413	12,6

Tabla 5. Superficie de establecimientos relevados por área ecológica (de Torres, Behr comunicación personal, Livraghi e información adicional propia)

Alrededor de 5.7 millones de hectáreas de pastizales naturales han sido relevados en las provincias de Santa Cruz, Chubut y Tierra del Fuego en las últimas tres décadas (Fig. 27 y la Tabla 5). Los relevamientos no solo brindan información sobre la oferta forrajera, sino que producen mapas de base y sistematizan la información que permite la planificación de los predios en cuanto a carga animal y períodos de pastoreo. El manejo tradicional de los establecimientos ganaderos, con cargas más o menos fijas establecidas por prueba y error puede así reemplazarse por una asignación flexible de cargas en base a la oferta forrajera. Este manejo adaptativo permite el aprendizaje, mejorando el conocimiento del sistema y evaluando a la vez el éxito de la práctica. La estrategia del INTA ha sido trabajar sobre el modelo tradicional de pastoreo continuo o estacional (veranada/invernada), que se adapta sin problemas a la realidad de infraestructura (alambres y aguadas) y personal (que cada vez es más limitado) en los establecimientos ganaderos. La carga ajustada en pastoreo continuo permite maximizar la producción individual y la condición de los animales (Borrelli 2001a). Existen ejemplos de la aplicación a largo plazo de estos sistemas de carga continua ajustada como los que se documentaron en la Estancia Los Pozos (Oliva et al. 2012). En general estos sistemas requieren un ajuste inicial a la baja de la carga animal, pero a partir de este esfuerzo y mediante ajustes anuales que mantienen la carga por debajo de la receptividad, permiten obtener índices reproductivos excelentes para la región, con señaladas superiores al 80% y producir la misma cantidad de carne que con las antiguas y elevadas cargas animales. Al mismo tiempo, y desde el punto de vista de los pastizales se frenó la pérdida en la productividad y comenzó una lenta recuperación.

En el futuro, la planificación forrajera anual debe ser incorporada como una actividad dentro del calendario anual del productor, que esté al mismo nivel que la esquila, la pelada de ojos, etc. Esto es especialmente necesario en un escenario de incremento de la variabilidad y la ocurrencia de sequías. Los esfuerzos realizados desde la formalización de los métodos de evaluación han permitido evaluar aproximadamente un 12% de la superficie total, pero esta proporción puede llegar al 20% si no se

considera los campos actualmente abandonados (Fig. 27 y Tabla 5). Para generalizar estas evaluaciones se requieren recursos humanos preparados y financiamiento como el que se obtuvo del proyecto de Prevención y Control de la Desertificación la Ley Ovina, que motorizó en distintas etapas un ciclo importante de relevamientos. Es también indispensable combinarlas con la información de sensores remotos a partir de índice verde e imágenes de anomalías como las de la Fig. 26 de modo de analizar en tiempo real la situación de los establecimientos.

SISTEMAS DE PASTOREO

La planificación anual utilizando cargas flexibles reemplaza a la práctica de cargas fijas (Rimoldi y Buono 2001), pero mantiene el pastoreo continuo tradicional de los campos patagónicos. En este sistema los animales están constantemente pastoreando toda la superficie disponible, causando problemas por sobreexplotación de áreas preferidas como los mallines que nunca reciben un descanso. Algunos autores señalan que en estas condiciones una parte de los individuos de las especies más palatables permanecen siempre sobrepastoreados y otros escapan al pastoreo y envejecen, y determinadas áreas del pastizal como los humedales están constantemente en condiciones de sobrepastoreo (Golluscio et al. 1998). Los sistemas de pastoreo diferido o de descanso, que van descargando uno o dos campos de la estancia en forma rotativa durante unos meses se han probado en la región, pero no han mostrado tener muchas ventajas para el pastizal y dan una producción animal mediocre (Borrelli 2001b). Las experiencias de concentración de la hacienda en células que rotan por el contrario parecen ser promisorias desde el punto de vista del pastizal, ya que permiten largos períodos de descanso. Existe un ejemplo de largo plazo de aplicación de estos métodos en la Estancia Leleque (Paruelo et al. 1992), y una serie de experiencias recientes en la Patagonia Sur que han tenido resultados variables. Las limitantes parecen ser en esta etapa problemas de producción animal asociados al estado nutricional y al descenso de los índices reproductivos de la hacienda que rota (Oliva et al. 2016b). Es necesario investigar y solucionar estos problemas, para que los sistemas sean una opción en el manejo en el futuro porque tienen el potencial de acelerar el proceso de recuperación de los pastizales naturales y dar un descanso a las áreas clave.

SUPLEMENTACIÓN ANIMAL:

El uso de suplementos nutricionales en sistemas ganaderos patagónicos en el pasado era casi desconocido, pero en la actualidad es común el uso de silos con alimentos que tienen limitadores del consumo (Ceballos y Villa 2015), como también el destete precoz de corderos y terneros y el engorde de animales de refugio a corral. Todas estas alternativas buscan subsanar deficiencias alimenticias que surgen por desajustes entre la demanda y la oferta forrajera.



Foto 11: Alimentación de emergencia en Chubut (I. Clich).

La introducción de este tipo de subsidios externos desde áreas agrícolas a zonas de ganadería sobre pastizales de baja productividad es una tendencia mundial, pero debe analizarse en relación a la sustentabilidad. Se puede entregar alimento como una práctica estructural en el sistema de producción o bien de forma estratégica por sequías, nevadas o baches nutricionales estacionales más o menos previsibles. Antes de suplementar debe asegurarse que no existan excesos de carga, y en tal caso realizar previamente los ajustes correspondientes. Cuando la suplementación se realiza de forma estructural y persigue el objetivo de evitar disminuciones de carga frente a una merma más o menos permanente en la producción forrajera resulta muy cara, debe mantenerse en el largo plazo y generará indefectiblemente consecuencias negativas para el pastizal.

REMEDIACIÓN



Foto 12: Remediación de un médano en Chubut (J. Salomone).

El INTA y otras instituciones provinciales han realizado un buen número de experiencias de remediación, generalmente circunscriptas por su costo a manifestaciones extremas de degradación como los médanos o bien a siniestros ambientales como derrames de hidrocarburos o tareas de exploración y explotación. La remediación ambiental intenta devolver funcionalidad y estructura a sitios disturbados, y entre los métodos más conocidos están las siembras de médanos utilizando pastos de raíces profundas como el *Elymus* (Castro 1983), y la recuperación de áreas de derrames de petróleo y agua de formación con elevados contenidos de sales con la plantación de pastos y arbustos nativos (Ciano et al. 2000, Luque et al. 2000, Ciano et al. 2000., Oliva et al. 2005).

En la actualidad existe predisposición social para la restauración ecológica debido a que se valoran mejor los bienes y servicios que brindan los pastizales naturales, y existe preocupación por su degradación. Se empiezan a valorar más los procesos de producción que no deterioran el ambiente y existe un renovado interés de las instituciones de Ciencia y Técnica en temas ambientales que den respuesta a problemas de

la sociedad (Ciano et al. 2014). Los trabajos realizados en restauración ecológica por los organismos del Estado, las Universidades y el sector privado han sido importantes, pero se requieren mayores esfuerzos para generalizar algunas prácticas ya probadas, cambiar de escala, y lograr un mayor impacto. Tres aspectos son fundamentales para el abordaje de la degradación producida sobre los pastizales naturales: tiempo, diversidad biológica y sucesión auto génica. Esto significa que los trabajos deben hacerse lo antes posible, utilizando la mayor diversidad biológica disponible, y aplicando conceptos básicos de la ecología que permitan recrear un ambiente autosustentable, sin subsidios de fertilización o laboreos a largo plazo.



Foto 13: Remediación de un derrame de petróleo en las Horquetas, Santa Cruz, luego de repetidas fertilizaciones y laboreo del suelo se degradó el petróleo y se sembraron gramíneas nativas en surcos (G. Oliva).

En el caso especial de restauración de mallines el trabajo se ha centrado en recuperar la cobertura vegetal, la dinámica de flujo del agua superficial y subsuperficial y realizar un uso eficiente y sustentable de los recursos forrajeros. La cobertura vegetal regula la escorrentía, aumenta la infiltración y la transpiración, y disminuye la evaporación directa de la superficie del suelo, que lleva a la acumulación de sales y degradación química del suelo. Puede recuperarse a través de la intersembra, una técnica conocida pero limitada por la baja disponibilidad de parques de maquinaria en la región. La fertilización, utilizada de manera estratégica y considerando el nutriente limitante en cada caso, incrementa la productividad, calidad y cobertura forrajera (SanMartino 2002). El uso de alambrados eléctricos o desmontables permite el pastoreo rotativo, mejora la eficiencia de aprovechamiento del forraje y ayuda a evitar procesos de sobrepastoreo con pérdida de plantas (Utrilla et al. 2005). La redistribución de agua por riego o “enmallamiento”, mediante regueras sin pendiente busca recuperar los niveles normales de napa freática y la dinámica del agua en los humedales. Esta práctica debe hacerse con precaución, regulando el caudal de agua utilizado en cada momento del año y sin derivar agua desde el valle natural a áreas más secas, ya que esto afecta el agua disponible para vecinos más abajo en la cuenca. De acuerdo a la condición y estado, al objetivo de uso y las características propias de cada mallín será la combinación de tecnologías más apropiadas para asegurar el correcto funcionamiento y sustentabilidad del recurso. Estos ambientes son clave y se están degradando aceleradamente, y en vista de la variabilidad climática esperada sería

importante desarrollar un sistema de monitoreo estandarizado de valles y mallines de manera similar a lo que se desarrolló regionalmente para el sistema MARAS, que se centra en las áreas de estepa.

RIEGO CADA VEZ MÁS EFICIENTE

Los recursos hídricos disponibles en la región deberían en el futuro ser utilizados para la producción de pasturas que complementen la nutrición en esquemas de suplementación, o para recuperar la producción forrajera de mallines en base a plantas nativas. Sin embargo, la utilización del agua debe ser cada vez más eficiente. El riego por surco o manto debe ser limitado por su baja eficiencia

El riego por aspersión, por ejemplo, está fuertemente condicionado por la frecuencia e intensidad de los vientos y la baja humedad ambiente. Equipos como los Pivot Centrales han fracasado en el intento de lograr una producción sostenible por la imposibilidad de tener cortinas rompevientos al menos cada 100 metros y por la necesidad de mano de obra calificada para la operación de estos costosos equipos.



Foto 14: Riego por aspersión de Pivot Central en Chubut (Compañía de Riego VIRCH) y riego en remediación de derrames en Las Horquetas, Santa Cruz (E. Rivera).

El riego localizado con cinta enterrada para alfalfa y pasturas, por el contrario, aparece como una oportunidad porque logra eficiencias de uso de agua de hasta 95% y se puede automatizar de modo de requerir un mínimo de vigilancia y mantenimiento.

El riego asistemático, con muy baja eficiencia no es conveniente en una región donde el recurso agua es escaso y donde se le puede asignar a un uso más eficiente. La práctica se justifica en humedales o mallines con suelos de textura fina, con una capa impermeable no muy profunda (hidroapoyo) que permita tener a la freática a no más de dos metros de profundidad a la salida del invierno.



Foto 15: Riego subsuperficial (N. Haneck).

Los canales tienen por finalidad, en esos casos, la recuperación del nivel freático para que el agua ascienda por capilaridad “regando a la vegetación hidrófita desde abajo”. Siempre apuntando a la mejor eficiencia se deben regar mallines en buena condición y sin limitantes químicas (salinidad y sodicidad). Los canales no deben transferir agua del mallín a pampas circundantes, ya que allí la infiltración reduce la influencia del agua a la cercanía del canal. Por otro lado, la generalización de estas prácticas comprometería seriamente los cuerpos de agua que estas vertientes alimentan río abajo. Prácticas comunes en otras épocas, como la de mantener extensos canales sólo para bebida de la hacienda, constituyen un desperdicio inadmisibles en el futuro.

INCORPORACIÓN AL CIRCUITO PRODUCTIVO DE LA FAUNA Y CONTROL DE POBLACIONES

El aumento de las poblaciones nativas de herbívoros supone en la actualidad una amenaza a los sistemas ganaderos, y recursos naturales tan valiosos como la fibra y la carne se desperdician o alimentan circuitos clandestinos. La producción de carne requiere de modificaciones en la legislación nacional, para permitir el tránsito federal de las carnes desde las provincias de la Patagonia Sur hacia los mayores centros de consumo. También requiere del desarrollo de sistemas de monitoreo de las poblaciones, de evaluación de las posibles intervenciones a partir de modelos que aseguren que las poblaciones se mantengan en tamaños viables ajustados a la oferta forrajera y en equilibrio con los sistemas ganaderos.

Se requieren técnicas ajustadas de caza comercial, transporte, faenamiento, despostado adecuados. Varias experiencias se han realizado al respecto en Santa Cruz y en Chubut, y la carne ha tenido gran aceptación. La utilización de la fibra resulta un desafío mayor aún por las complicaciones del encierre que requiere instalaciones complejas y una técnica de arreo que todavía no está totalmente demostrada para

estos animales silvestres. Existen experiencias exitosas pero de escala limitada fuera de la región, en Río Negro y Mendoza (Montes et al. 2006, Carmanchahi et al. 2011), y cuatro experiencias realizadas durante 2015-2016 en Santa Cruz que tuvieron éxito en desarrollar todo el proceso (monitoreo previo, preparación de las instalaciones, arreo, esquila y venta de la fibra), pero con un número de animales muy reducido. Un sistema de producción y vías de comercialización adecuadas para la carne y fibra de guanacos, requerirán además una campaña de concientización del valor de los productos y la certificación de su trazabilidad, para asegurar la sustentabilidad de las poblaciones involucradas, ya que la conservación y los aspectos de bienestar animal de estos animales nativos tienen un valor especial para una conciencia ambiental creciente de la población urbana.



Foto 16: Captura y esquila de guanacos en silvestría en Ea Bella Vista, noviembre 2015 (G. Oliva).

MANEJO DE ESPECIES INVASORAS

La invasión de la maleza Hieracium, la invasión de algas Dydimo en los cursos de agua, la expansión de la distribución de predadores o incluso el establecimiento de perros silvestres en ámbitos rurales son ejemplos de invasiones que están determinadas por la falta de manejo de las poblaciones naturales de posibles invasores, y que serán cada vez más frecuentes. Es necesario analizar estas amenazas en función de las distribuciones potenciales de los invasores y actuar en forma consecuente: como ejemplo un análisis de los requerimientos ambientales de las especies de Hieracium lleva a la conclusión de que podrían distribuirse por los pastizales subandinos de coirón Festuca (*F. gracillima* o *F. pallescens*) del Distrito Sub-Andino de la Patagonia (León et al. 1998), que tiene un rango de precipitaciones (250-600 mm/año) y características del suelo (arenosos) potencialmente propicias. Este ambiente llega en una estrecha franja subandina hasta Mendoza. Métodos de control más efectivo y una coordinación con organismos como SENASA deberían mantener una vigilancia sobre este tipo de amenazas. Las especies invasoras como el Castor requerirán de costosos programas de control, ya que las pérdidas económicas y ecológicas que generan son enormes. Los depredadores nativos que amplían su distribución como el Zorro colorado, y el puma requerirán de programas de monitoreo y control más organizados y coordinados.

REVALORIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN MEDIANTE CERTIFICACIÓN AMBIENTAL

La producción de carne y fibra ha sido uno de los principales productos desde el comienzo de la explotación ovina, pero existe una conciencia creciente de que los pastizales naturales proveen además de estos productos tangibles diversos beneficios conocidos como servicios ecosistémicos. Este concepto que se popularizó a partir del Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), que destaca la importancia la regulación de procesos que tienen que ver con la función del ecosistema por ejemplo el clima, la hidrología o las plagas y enfermedades, los servicios no materiales que se obtienen por enriquecimiento espiritual a través de la recreación, eco turismo y valores culturales, y los servicios de soporte, necesarios

para la producción de las otras categorías como la producción primaria, como el ciclado de nutrientes. Los servicios de provisión de los pastizales naturales siguen siendo la única vía de retorno económico de los establecimientos que venden exclusivamente carne y lana, y esto debe modificarse si se pretende estimular a los productores para cuidar los pastizales en el largo plazo en el marco de una economía de mercado. Existen iniciativas de empresas privadas certificadoras de protocolos de este tipo como el de producción orgánica o el protocolo GRASS (Ovis XXI).

SISTEMAS MÁS FLEXIBLES Y MECANISMOS MÁS EFICIENTES PARA ENFRENTAR LAS CRISIS

El aumento de la variabilidad y de la ocurrencia de eventos extremos requerirá de mecanismos más ágiles para enfrentar situaciones de emergencia. Para enfrentarlos se pueden estudiar sistemas ganaderos en ambientes mucho más variables que la Patagonia. También es necesario desarrollar sistemas de reservas forrajeras que permitan la alimentación de emergencia. El sistema de monitoreo de las crisis por sequía, nevadas, erupciones volcánicas, debe agilizarse y coordinarse políticamente, para que las declaraciones de emergencia y las medidas urgentes lleguen a tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adler, R. F., G. J. Huffman, A. Chang, R. Ferraro, P.-P. Xie, J. Janowiak, B. Rudolf, U. Schneider, S. Curtis, y D. Bolvin. 2003. The version-2 global precipitation climatology project (GPCP) monthly precipitation analysis (1979–present). *Journal of hydrometeorology* **4**:1147-1167.
- Amaya, J., J. von Tüngen, y D. de Lamo. 2001. Informe preliminar del Proyecto de Relevamiento y Distribución de guanacos en la Patagonia. Resultados sobre la densidad de guanacos en las diferentes provincias patagónicas. INTA-GTZ-TÖB. Area de Recursos Naturales. fauna. INTA EEA Bariloche., Bariloche.
- Andrade, L., V. Bedacarratx, R. Alvarez, y G. Oliva. 2010. Otoño en la Estepa. La Colmena, Buenos Aires.
- Baldi, R., S. D. Albon, y D. A. Elston. 2001. Guanacos and sheep: evidence for continuing competition in arid Patagonia. *Oecologia* **129**:561–570.
- Baldi, R., A. Pelliza-Sbriller, D. Elston, y S. Albon. 2004. High potential for competition between guanacos and sheep in Patagonia. *Journal of Wildlife Management* **68**:924-938.
- Barbería, E. 1995. Los dueños de la tierra en la Patagonia Austral. Universidad Federal de la Patagonia Austral, Buenos Aires.
- Bava, J. 2017. ¿Qué nos está trayendo el cambio climático? Informe al Centro Regional Patagonia Sur INTA. INTA, Trelew.
- Bay Gavuzzo, A., P. Gaspero, J. Bernardos, J. Pedrana, D. de Lamo, y J. Von Thungen. 2015. Distribución y densidad de guanacos (*Lama guanicoe*) en la Patagonia. Informe de relevamiento 2015-2015. INTA.
- Bianchi, A. R., y S. A. C. Cravero. 2010. Atlas climático digital de la República Argentina. INTA Ediciones.
- Bianciotto, O., E. Livraghi, A. Blessio, y E. Frers. 2015. Provincia de Tierra del Fuego, Antartida e Islas del Atlantico Sur. Pages 303-321 in R. Casas, editor. El deterioro del suelo y del ambiente en Argetnina. FECIC, Buenos Aires.
- Bonino, N. 1994. Mamíferos terrestres y de agua dulce de la Patagonia. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, San Carlos de Bariloche.
- Bonvissuto, G. L., y A. Gonzalez Carteau. 2001. Guías de condición para los campos con Jarilla y Zampa. Cartilla técnica.
- Bonvissuto, G. L., y R. Somlo. 1994. Guías de condición para los principales tipos de campo de dos áreas ecológicas de Patagonia - Argentina. 1. Precordillera. @. Sierras y Mesetas. . INTA, EEA Bariloche. PRECODEPA.
- Borrelli, P. 2001a. Planificación del pastoreo. Pages 183-196 in P. Borrelli yG. Oliva, editors. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. INTA, Buenos Aires.
- Borrelli, P. 2001b. Producción animal sobre pastizales naturales. Pages 131-162 in P. Borrelli yG. Oliva, editors. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral. INTA, Buenos Aires.
- Borrelli, P., y G. Oliva. 2001. Evaluación de Pastizales. Pages 163-168 in P. Borrelli yG. Oliva, editors. Ganadería ovina sustentable en la Patagonia Austral: Tecnología de manejo extensivo. INTA, Buenos Aires.
- Borrelli, P., G. Oliva, M. Williams, L. Gonzalez, P. Rial, y L. Montes. 1997. Sistema regional de soporte de decisiones. Santa Cruz y Tierra del Fuego. Proyecto Prodeser. INTA-GTZ., Buenos Aires.

- Bran, D., C. López, A. Marcolín, J. Ayesa, y D. Barrios. 1998. Valles y mallines de la comarca de Ingeniero Jacobacci (Río Negro): distribución y tipificación utilitaria. . INTA, EEA Bariloche. .
- Bran, D., G. Oliva, P. Rial, J. Escobar, C. López, F. Umaña, J. Ayesa, y N. Elissalde. 2005. Regiones Ecológicas Homogéneas de la Patagonia Argentina., INTA, Bariloche.
- Braun, K., M. Collantes, G. Oliva, L. Goñi, G. Humano, P. Mirol, G. Pignataro, P. Simon, A. Wulf, y S. Dettori. 2010. Relevamiento y monitoreo de las especies nativas y exóticas del genero Hieracium en el sur y el sudoeste de Santa Cruz. Informe complementario. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires.
- Buono, G., y V. Nakamatsu. 1997. Evaluación de la Producción Forrajera de cuatro tipos de mallines de Chubut, Argentina. . INTA, Trelew.
- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Fascículo 1. Page 85pp *in* W. Kugler, editor. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo II. Editorial ACME S.A.C.I., Buenos Aires.
- Cárcamo, M. Á. 2015. Problemática de los campos desocupados; y la incidencia de la Predación del Ganado ovino y caprino en la Meseta Central de la Provincia del Chubut. . INTA, Trelew.
- Carmanchahi, P., R. Ovejero, C. Marull, G. López, N. Schroeder, G. Jahn, A. Novaro, y G. Somoza. 2011. Physiological response of wild guanacos to capture for live shearing. *Wildlife research* **38**:61-68.
- Castro, J. 1983. Manual para la recuperación de áreas erosionadas en la Patagonia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Trelew, Puerto Madryn.
- Ceballos, D., y M. Villa. 2015. Un cambio en el paradigma de la producción ovina en Patagonia. Alimentación ovina con énfasis en estrategias de suplementación.*in* J. Mueller, M. Cueto, y C. Robles, editors. Actualización en Producción Ovina 2015 : memorias del IX Curso San Carlos de Bariloche 14 al 18 de septiembre, 2015. Departamento de Producción Animal Estación Experimental Bariloche INTA, Bariloche.
- CFI, y Consultora_HCA. 2013. Plan director de recursos hídricos del río Chubut, provincia del Chubut. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires.
- CFI, y Consultora_HCA. 2014. Plan de Infraestructura de Obras Hídricas de la Cuenca del Río Senguerr, provincia del Chubut. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires.
- Chubut. 2015. Plan Hidrico Provincial. Provincia de Chubut, Rawson, Chubut.
- Ciano, N., V. Nakamatsu, J. Luque, y M. E. Amari. 2000. Recomposición de la cobertura vegetal en un área disturbada por la realización de una locación en Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut.*in* Cuartas Jornadas de preservación de agua, aire y suelo en la industria del Petróleo y del Gas., Salta, 3 al 6 de Octubre del 2000. Organizado por el IAPG.
- Ciano, N., V. Nakamatsu, J. Luque, M. E. Amari, M. Owen, y C. Lisoni. 2000. Revegetación de áreas disturbadas por la actividad petrolera en la Patagonia extra andina.*in* 11º Conferencia de la Organización Internacional de la Conservación del Suelo - ISCO., Ciudad de Buenos Aires, 22 al 27 de Octubre del 2.000.
- Ciano, N., J. Salomone, V. Nakamatsu, y J. Luque. 2014. NUEVOS ESCENARIOS PARA LA REMEDIACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS EN LA PATAGONIA. INTA, Trelew.
- Cipriotti, P. A., M. Collantes, R. Rauber, K. Braun, G. de la Peña, C. Escartín, M. Arriaga, M. Stampacchio, M. Jacob, E. Livraghi, y C. Garcia Sampedro. 2006. Invasión de Hieracium

- pilosella L. (Asteraceae) en pastizales de Tierra del Fuego: Factores asociados y posibilidad de manejo. Consejo Federal de Inversiones, Buenos Aires.
- Cipriotti, P. A., M. B. Collantes, R. Rauber, C. Escartín, K. Braun, y E. Livraghi. 2008. Evaluación del Estado de Invasión de Hieracium pilosella en Pastizales Región del Ecotono. Informe Final. Buenos Aires.
- Collantes, M., y J. Anchorena. 1993. Las malezas exóticas y plantas escapadas de cultivo en la región de estepa de Tierra del Fuego. *Parodiana* **8**:213-217.
- Colombani, E. N. 2016. La variabilidad climática al extremo: análisis de precipitaciones en la Provincia de Chubut durante el año 2016., INTA, Trelew.
- Colombani, E. N., y J. H. Gonzalez. 2016. RED DE ESTACIONES METEOROLOGICAS AUTOMATICAS DE LA REGIÓN PATAGONIA SUR, ARGENTINA.
- CONICET. 2017. Red Ecofluvial de la Patagonia.
- CORFO. 2016. Informe del abastecimiento de agua industrial a empresas del Parque Industrial de Trelew., Corporacion de Fomento de Chubut.
- Coronato, F., y H. Del Valle. 1988. Características hídricas de las cuencas hidrográficas de la provincia del Chubut. Argentina. . Cempat. CONICET. .
- Cremona, M. V., M. L. Lanciotti, y G. L. Bonvissuto. 1996. Dinámica del agua en mallines con diferente condición del pastizal en Patagonia Norte. . Page 12 *in* Actas XV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. . Asociacion Argentina de la Ciencia del Suelo, Santa Rosa, La Pampa.
- de Lamo, D. A., A. F. Sanborn, C. D. Carrasco, y D. J. Scott. 1998. Daily activity and behavioral thermoregulation of the guanaco (*Lama guanicoe*) in winter. *Canadian journal of zoology* **76**:1388-1393.
- Del Valle, H. 1993. Mallines de ambiente árido. Pradera salina y estepo-graminoso en el NW del Chubut. Pages 31-39 *in* J. M. Paruelo, M. B. Bertiller, T. M. Schlichter, y F. R. Coronato, editors. Secuencias de deterioro en distintos ambientes Patagónicos. Su caracterización mediante el modelo de estados y transiciones. INTA-GTZ.
- DHV-SWEDFOREST. 1998. Diagnóstico, estrategias y acciones propuestas para el uso sostenible de los recursos naturales en la Patagonia. Secretaria de agricultura, ganadería, pesca y alimentación. República Argentina, Buenos Aires.
- Elissalde, N., J. Escobar, y V. Nakamatsu. 2002. Inventario y evaluación de pastizales naturales de la zona arida y semiarida de la Patagonia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Patagonia sur. EEA Chubut., Trelew.
- Ferrante, D., G. Oliva, y R. Fernández. 2014. Soil water dynamics, root systems, and plant responses in a semiarid grassland of Southern Patagonia. *Journal of Arid Environments* **104**:52-58.
- Franklin, W., y M. Fritz. 1991. Sustained harvesting of the Patagonian guanaco: is it possible or too late. *Neotropical wildlife use and conservation*. University of Chicago Press, Chicago:317-336.
- Gaitan, J. 2016. Atributos estructurales y funcionales de los ecosistemas áridos y semiáridos de la Patagonia y su relación con factores abióticos y el uso antrópico. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Gaitán, J., D. Donald Bran, y C. Azcona. 2015. Tendencia del NDVI en el período 2000-2014 como indicador de la degradación de tierras en Argentina: ventajas y limitaciones. *Agriscientia* **32**:83-93.

- García Martínez, G., G. Ciari, J. Gaitan, W. Opazo, C. Caruso, N. Nagahama, V. Nakamatsu, C. Lloyd, C. Cotut, G. Irisarri, y J. Escobar. 2017. Diagnóstico de la evolución del clima, los pastizales naturales y las cargas ganaderas para el Noroeste de la provincia del Chubut en el período 2000-2014. INTA, Esquel.
- Golluscio, R., A. Deregibus, y J. Paruelo. 1998. Sustainability and range management in the Patagonian Steppes. *Ecologia Austral* **8**:265-284.
- Grego, R. D., K. A. Didier, y K. Clayton. 2014. Modeling meadow distribution for conservation action in arid and semi-arid Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments* . **102** 68-75.
- Hijmans, R., S. Cameron, J. Parra, P. G. Jones, y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* **25**:1965-1978.
- Imberti, S., y J. Mazar Barnett. 2003. La conservación de los mallines y zonas de inundación en la Patagonia extra-andina como hábitat importante para la Gallineta Chica *Rallus antarcticus* (Aves: Rallidae). Resúmenes, II Jornadas Patagónicas sobre Mallines y Humedales, Río Gallegos.
- Jobbágy, E. G., J. M. Paruelo, y R. J. León. 1995. Estimación del régimen de precipitación a partir de la distancia a la cordillera en el noroeste de la Patagonia. *Ecologia Austral* **5**:47-53.
- Lanciotti, M. L., G. L. Bonvissuto, J. P. Bellati, y R. Somlo. 1993. Mallines. Recopilación bibliográfica. INTA, Bariloche.
- Le Houérou, H. 1996. Climate change, drought and desertification. *Journal of Arid Environments* **34**:133-185.
- Leon, R., D. Bran, M. Collants, J. Paruelo, y A. Soriano. 1998. Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecologia Austral* **8**:125-144.
- Luque, J. 1997. Características de los suelos e hídricas de los mallines. . INTA, EEA Chubut. .
- Luque, J., N. Ciano, V. Nakamatsu, M. Amari, y C. Lisoni. 2000. Saneamiento de derrames de hidrocarburos por la técnica de biodegradación "in situ" en Patagonia, Argentina. *in* XI Conferencia del International Soil Conservation Organization (ISCO 2000), Buenos Aires.
- Manero, A., K. Dragnic, G. Clifton , y P. Vargas. 2013. Relevamiento de poblaciones de guanaco en la provincia de Santa Cruz Page 19 pp. UNPA Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Unidad Adacemica Río Gallegos, Río Gallegos.
- Mazzoni, E., y M. Vázquez. 2004. Ecosistemas de mallines y paisajes de la Patagonia Austral (Provincia de Santa Cruz). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.
- Mendez Casariego, H. 2002. Sistema de soporte de decisiones para la producción ganadera y forestal de la provincia de Neuquén. INTA EEA Bariloche, Bariloche.
- Montes, M., P. Carmanchahi, A. Rey, y M. Funes. 2006. Live shearing free-ranging guanacos (*Lama guanicoe*) in Patagonia for sustainable use. *Journal of Arid Environments* **64**:616-625.
- Moore, P. 1990. Soils and Ecology: Temperate Wetland Page 539 pp *En Wetlands*. Van Nostrand Reinhold, New York. .
- Narosky, T. y M. B. 2000. Guía de aves de Patagonia y Tierra del Fuego. Zaguier y Urruty Publications edition.
- Novillo, J., y M. Gaviño. 2003. La gestión de los recursos hídricos compartidos entre la Argentina y Chile: avances logrados 1.993–1.999. Seminario La Gestión de los Recursos Hídricos,

- organizado conjuntamente por el Instituto de Derecho Internacional del CARI y el Instituto Argentino de Recursos Hídricos(IARH).
- Noy-Meir. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* **4**:25-51.
- Oliva, G., A. Cibils, P. Borrelli, y G. Humano. 1998. Stable states in relation to grazing in Patagonia: A 10-year experimental trial. *Journal of Arid Environments* **40**:113-131.
- Oliva, G., D. Ferrante, S. Puig, y 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., J. Gaitan, D. Bran, V. Nakamatsu, J. Salomone, G. Buono, J. Escobar, D. Ferrante, G. Humano, G. Ciari, D. Suarez, W. Opazo, E. Adema, y D. Celdrán. 2011. Manual para la instalación y lectura de monitores MARAS. PNUD, Buenos Aires.
- Oliva, G., J. Gaitan, y D. Ferrante. 2016a. Humans Cause Deserts: Evidence of Irreversible Changes in Argentinian Patagonia Rangelands. Pages 363-386 *in* R. Behnke y M. Mortimore, editors. *The end of desertification? Disputing Environmental Change in the Drylands*. Springer, London.
- Oliva, G., J. Luque, A. Cesa, D. Ferrante, J. Kofalt, H. C. Dassen, E. Rivera, G. Humano, y E. D'Elia. 2005. Rehabilitación con bioestimulación y gramíneas nativas de un derrame en la trampa Scaper Las Horquetas, Santa Cruz. Page 15 *in* 6° Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo, Neuquen.
- Oliva, G., P. Rial, L. Gonzalez, G. Clifton, H. Castro Dassen, y P. Vargas. 2009. Mapa inicial de receptividad ganadera de campos de la Provincia de Santa Cruz. *in* III Jornadas Regionales de Información Geográfica y Ordenamiento Territorial Conferencia, Río Gallegos – SantaCruz – República Argentina.
- Oliva, G., V. Torres, y P. Paredes. 2015. Provincia de Santa Cruz. Pages 255-273 *in* R. Casas y G. Albarracin, editors. *El deterioro del ambiente en Argentina* FECIC, Buenos Aires.
- Oliva, G. E., C. Cepeda, D. Ferrante, y S. Puig. 2016b. Holistic management in a semiarid Patagonian sheep station: slow grassland improvement with animal production complications. Pages 1115-1117 *in* A. Iwaasa, H. A. Lardner, W. Willms, M. Schellenberg, y K. Larson, editors. *The Future Management of Grazing and Wild Lands in a High-Tech World: Proceedings 10th International Rangeland Congress*. International Rangeland Congress, Saskatoon, Canada.
- Paredes, P. 2016. Análisis de médanos en los bajos sin salida Ea. Markatchaike. INTA EEA Santa Cruz, Río Gallegos.
- Paruelo, J. M., M. B. Bertiller, T. M. Schlichter, y F. R. Coronato. 1993. Secuencias de deterioro en distintos ambientes patagónicos. Su caracterización mediante el modelo de estados y transiciones. 109.
- Paruelo, J. M., R. A. Golluscio, y V. A. Deregibus. 1992. Manejo del pastoreo sobre bases ecológicas en la Patagonia extra andina: una experiencia a escala de establecimiento. *Anales de la Sociedad Rural Argentina* **126**:68-80.
- Perotti, M. G., M. C. Diéguez, y F. G. Jara. 2005. Estado del conocimiento de humedales del norte patagónico (Argentina): aspectos relevantes e importancia para la conservación de la biodiversidad regional. *Revista Chilena de Historia Natural* **78**:723-737.
- Rafaele, E. 1999. Mallines: Aspectos generales y problemas particulares. Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados de Sud América. *in* M. A. Inés, editor. UNESCO.

- Raffaele, E. 1993. Estructura y dinámica de la vegetación de un mallín de altura sometido a perturbaciones experimentales. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Rimoldi, P., y G. Buono. 2001. Esquema Flexible de Ajuste de Cargas según Precipitaciones. .in IV Reunión del Grupo Regional Patagónico de Ecosistemas de Pastoreo, auspiciado por la FAO – Seminario Taller Internacional Argentino – Chileno. INTA-FAO-INIA. INTA, Esquel, .
- Salomone, J., M. E. Llanos, N. Elissalde, y S. Behr. 2015. Provincia del Chubut. Pages 77-85 in R. Casas, editor. El deterioro del suelo y del ambiente en Argentina. FECIC, Buenos Aires.
- SanMartino, L. 2002. Mejoramiento y utilización de mallines en Santa Cruz zona norte. Módulo I. Recurso forrajero. Informe final plan de trabajo 1997-2000., EEA Santa Cruz. Agencia de extensión rural Perito Moreno., Perito Moreno.
- Siffredi, G. 2011. Guía de evaluación de pastoreo de cuadros, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Soriano, A., M. Nogués Loza, y S. Burkart. 1995. Biodiversity in the extra-Andean Patagonia: Comparison with neighboring and related vegetation units. Page 238 in L. Montes yG. Oliva, editors. Actas del Taller Internacional sobre recursos fitogenéticos desertificación y uso sustentable. Centro Regional Patagonia Sur INTA, Buenos Aires.
- Stocker, T., D. Qin, G. Plattner, M. Tignor, S. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, B. Bex, y B. Midgley. 2013. IPCC, 2013: climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press.
- Tiberi, P., G. Marderwald, y B. G. Díaz. 2015. Hidroquímica de la cuenca del Río Gallegos [Patagonia austral, Argentina].in Jornadas [de Ecología de Paisajes]. 5. Congreso Argentino de Ecología de Paisajes. 2. 2015 05 27-29, 27-29 de mayo de 2015. Azul, Buenos Aires. AR.
- Torres, R. R., y J. A. Marengo. 2013. Uncertainty assessments of climate change projections over South America. Theoretical and applied climatology **112**:253-272.
- Travaini, A., S. C. Zapata, J. Bustamante, J. Pedrana, J. I. Zanón, y A. Rodríguez. 2015. Guanaco abundance and monitoring in Southern Patagonia: distance sampling reveals substantially greater numbers than previously reported. Zoological Studies **54**:23.
- Utrilla, V., M. Brizuela, y A. Cibils. 2005. Riparian Habitats (Mallines) of Patagonia: A Key Grazing Resource for Sustainable Sheep-Farming Operations. Outlook on AGRICULTURE **34**:55-59.