



Eje temático N°: 6 – La tecnología agropecuaria. Innovación, transferencia y adopción de tecnología.

Título: Hacia lógicas de resiliencia en innovaciones tecnológicas y gestión productiva de sistemas ganaderos extensivos en Patagonia, Argentina

Autor: Easdale, Marcos Horacio

Pertenencia institucional: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Bariloche. Desarrollo Rural, Modesta Victoria 4450 (8400), Bariloche, Río Negro. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CCT Patagonia Norte.

E-mail: easdale.marcos@inta.gob.ar

Resumen

Las principales recomendaciones de manejo ganadero y pastoril en las últimas tres décadas en Patagonia estuvieron orientadas por lógicas basadas en la estabilidad y la eficiencia. Los mayores esfuerzos se centraron en la evaluación de pastizales, ajustes de carga y manejo pastoril, a la par de incrementar y mantener estable en el tiempo la productividad y la eficiencia ganadera. Se establece que con esas medidas se contribuye a mejorar los ingresos económicos de los productores y familias rurales y a reducir o mitigar el proceso de desertificación. Muchos desarrollos tecnológicos fueron validados bajo condiciones controladas y en circunstancias ambientales que se asumieron dentro de rangos acotados de variabilidad. Sin embargo, esta vía de mayor control productivo redujo las posibilidades de adaptación frente a perturbaciones como sequías, nevadas y caída de cenizas volcánicas. Este trabajo propone la necesidad de modificar las lógicas de innovación y gestión productiva, desde una perspectiva dominada por la eficiencia y la productividad, hacia una perspectiva donde adquieren relevancia la resiliencia y la adaptabilidad socio-ecológicas. Esta perspectiva implica el rediseño de innovaciones tecnológicas y estrategias públicas y privadas de acción frente a cambios socio-económicos y ambientales, involucrando nuevas formas y modelos de organización social y productiva.

Palabras clave: Adaptabilidad, ceniza volcánica, sequía, sistema socio-ecológico, política pública.

1. Introducción

Las recomendaciones de manejo ganadero y pastoril en las últimas tres décadas en Patagonia estuvieron orientadas a la evaluación de pastizales, incrementar la productividad ganadera por la vía de reducir la presión de pastoreo, aumentar la eficiencia productiva y mantenerla elevada y estable en el tiempo. Se postulaba que esas medidas contribuirían no sólo a mejorar la productividad, sino también a reducir o mitigar el proceso de desertificación. Muchas de las recomendaciones estuvieron validadas bajo condiciones controladas y en circunstancias ambientales que se asumieron dentro de rangos acotados de variabilidad. Sin embargo, esta vía de mayor control productivo, basado en la priorización de la eficiencia y productividad ganadera, redujeron las posibilidades de adaptación frente a perturbaciones o factores de disturbio abruptos e intensos.



La región extra-andina árida y semiárida de la Patagonia se caracteriza por una alta variabilidad biofísica tanto espacial como temporalmente. Las condiciones del clima generan situaciones muy contrastantes entre invierno y verano y también entre años, que sumado a la ocurrencia de otros fenómenos ambientales promueven circunstancias muy particulares para la producción ganadera. Por ejemplo, la caída y depósitos de ceniza sobre grandes extensiones provenientes de erupciones volcánicas generan impactos ambientales y socio-productivos, con recurrencia alterna en distintas regiones de Patagonia (Inbar et al. 1995; Martin et al. 2009; Fernández-Arhex et al. 2013; Easdale et al. 2014). Otro ejemplo ha sido la ocurrencia de nevadas muy intensas y también con una amplia distribución espacial, pero con frecuencias un poco mayores (en el orden de dos o tres eventos en medio siglo). Finalmente, las sequías son fenómenos cíclicos y recurrentes que generaron consecuencias negativas sobre la producción ganadera patagónica en la última década (Easdale y Rosso 2010). El mayor factor estresante para la ganadería ha sido la duración de los procesos de sequía, con fases que han perdurado entre tres y hasta siete años, dependiendo de la zona. Estos eventos (y los efectos sinérgicos entre ellos) han provocado pérdidas ganaderas por mortandad animal superiores en muchos casos al 50% de las existencias, respecto a momentos previos al acontecimiento de los mismos. Una magnitud de pérdida de la mitad o de hasta dos tercios de las existencias ganaderas significa que se van a necesitar entre seis y doce años para recuperar los niveles de existencias previos, considerando una recomposición propia de la hacienda de un campo o de una región (Easdale 2010). En consecuencia, este tipo de perturbaciones no debieran considerarse aisladas o excepcionales, sino que constituyen parte de la dinámica propia de estos ambientes patagónicos. Son fenómenos cíclicos que, si bien han incidido en la dinámica y la evolución de los pastizales patagónicos, tienen un alto impacto sobre la ganadería. Por ende, este trabajo propone que es necesario avanzar en la integración tanto de las estrategias de gestión como en la generación y desarrollo de tecnologías y políticas públicas orientadas a promover un sector ganadero adaptativo en regiones áridas y semi-áridas de Patagonia.

2. Los sistemas ganaderos extensivos como sistemas socio-ecológicos

La complejidad de los desafíos que propone el desarrollo sustentable o la gestión ambiental requieren de la integración de las ciencias social y ecológica. Los sistemas sociales están inextricablemente vinculados a sistemas ecológicos en los cuales están inmersos, por lo cual cambios en un dominio del sistema, inevitablemente produce impactos sobre el otro dominio debido a su interdependencia (Walker y Salt 2006). La literatura reciente los denomina sistemas socio-ecológicos (SSE) o también sistemas humano-ambientales (SHA), haciendo explícito este vínculo como objeto de estudio (e.g. Berkes y Folke 1998; Gunderson y Holling 2002; Berkes et al. 2003; Ostrom 2007). La producción agropecuaria constituye uno de los vínculos socio-ecológicos más extendidos en el mundo, relacionando dinámicas sociales y ecológicas a través del uso de la tierra. Algunos autores amplían el uso del término 'sistema socio-ecológico', para extender el límite de dicho vínculo asociado a los servicios ecosistémicos, para incluir el uso tecnológico que se hace de los recursos naturales (Smith y Stirling 2010) o las percepciones y estrategias de diferentes actores sociales (Díaz et al. 2011). En cualquier caso, la intención es movilizar el eje desde el mero diagnóstico de un sistema, a los desafíos que plantea la intervención y gobernanza en procesos de transición y/o transformaciones socio-tecnológicas (Smith et al. 2005).



Una de las características relevantes refiere a que los sistemas socio-ecológicos se han desarrollado en un proceso co-evolutivo entre dinámicas sociales y ecológicas (Kallis y Noorgard 2010). El emergente de esta co-evolución está reflejado en las configuraciones y funcionamientos socio-ecológicos, adaptados a las condiciones particulares de un territorio. Noorgard (1981) sostiene que “los sistemas sociales y ambientales co-evolucionan de manera que los sistemas ambientales reflejan las características de los sistemas sociales: sus conocimientos, valores, organizaciones sociales y tecnologías; mientras que los sistemas sociales reflejan las características de los sistemas ambientales: su mezcla de sociedades, tasas de productividad, variación espacial y temporal, y su resiliencia”. Una de las principales características de los SSE es que no cambian de una manera predecible, lineal, ni de un modo aditivo, por lo que la comprensión del funcionamiento de sus componentes no significa que se pueda predecir su comportamiento general (Walter y Salt 2006). La existencia de múltiples variables, efectos entre escalas, la dinámica de los cambios y la complejidad de las interacciones entre el sistema social y natural requiere de nuevas aproximaciones al estudio de la sustentabilidad de los SSE (Clark y Dickson 2003; Ostrom 2007). Estas inquietudes y la necesidad de promover nuevos campos para la investigación, han dado lugar a la recientemente denominada ‘ciencia de la sustentabilidad’ (Clark 2007; Jerneck et al. 2011), con el desafío de proponer aproximaciones aplicadas e impulsadas por los problemas que es necesario atender (más que por el desarrollo de una disciplina), involucrando la comprensión integral de las dinámicas de SSE evolutivos e interdependientes (Perrings 2007; Darnhofer et al. 2010). En este sentido, existe un creciente interés por el estudio de propiedades emergentes de SSE como una manera de entender su dinámica y adaptación a los cambios (Walker et al. 2004). La resiliencia es quizá el concepto de mayor adopción y desarrollo en la literatura global en las últimas dos décadas (e.g. Berkes y Folk 1998; Gunderson y Holling 2002; Berkes et al. 2003; Walter et al. 2004; Folke 2006; Chapin III et al. 2009).

3. Resiliencia y adaptabilidad socio-ecológica

Este ensayo propone que la gestión productiva y el desarrollo de tecnologías en sistemas ganaderos extensivos de Patagonia debieran evolucionar hacia un nuevo marco en las lógicas y racionalidades, subyacentes en los procesos de innovación tecnológica. En particular, tender a un cambio desde una perspectiva dominada por la eficiencia y la productividad, hacia una perspectiva donde adquieren relevancia la resiliencia y la adaptabilidad socio-ecológicas. La resiliencia es la capacidad de un sistema biológico de absorber y recuperarse de una perturbación o disturbio (Holling 1973). En un sistema socio-ecológico, la resiliencia se define como la capacidad de un sistema de absorber disturbios, aprender a reorganizarse (o transformarse), sin perder su estructura y funciones clave y evitando cruzar umbrales hacia estados alternativos no deseables o potencialmente irreversibles (Folke 2006). En este caso, se incluye dentro del concepto no sólo las características ecológicas del sistema (e.g. biodiversidad, procesos ecosistémicos), sino también el capital social y el papel de las instituciones, el liderazgo, conocimiento y aprendizaje social. Es por ello que la resiliencia es una propiedad que adquiere gran relevancia en la evaluación de la sustentabilidad de sistemas agropecuarios frente a cambios actuales y futuros (Darnhofer 2014).

La adaptabilidad es la capacidad de un sistema socio-ecológico de aprender, combinar experiencias y conocimientos, y ajustar sus respuestas a cambios en factores externos y en procesos



internos, con la finalidad de desarrollarse en un determinado dominio de estabilidad o régimen (Berkes et al. 2003). Desde una perspectiva de gobernanza del sistema, la adaptabilidad ha sido definida como la capacidad que tienen los actores sociales de influir en la resiliencia (Walker et al. 2004). Dado entonces que el cambio social es esencial para la resiliencia socio-ecológica, la consideración de la adaptabilidad como concepto asociado resulta clave en un cambio hacia una lógica y un pensamiento basado en la resiliencia (Folke et al. 2010), como propiedad moduladora de una nueva conceptualización de los sistemas ganaderos.

La priorización de la reducción de pérdidas frente a escenarios adversos y las estrategias de recuperación posteriores deben considerar integralmente aspectos sociales, productivos y ecológicos. Evitar pérdidas significativas incrementa a largo plazo la productividad agregada tanto regional como temporalmente. En otras palabras, es necesario propender a desarrollar tecnologías y propuestas de gestión que fortalezcan la resiliencia y la adaptabilidad del sistema productivo en su conjunto, y desestimar la eficiencia y la productividad coyunturales como únicos indicadores de éxito. A continuación, se presentará una breve reseña sobre la perspectiva tecnológica y de manejo ganadero en sistemas productivos patagónicos que ha dominado en las últimas décadas. Luego se propondrán criterios para considerar algunos cambios necesarios en la dirección propuesta. Finalmente se destacan algunos desafíos futuros.

4. La planificación a escala predial

Uno de los ejes más relevantes como foco de gestión productiva, generación de información y desarrollo de tecnologías ha estado concentrado en la escala predial. La Planificación Integral de Campos (PIC, con origen en Bariloche; INTA, 1991) y las Tecnologías de Manejo Extensivo (TME, con origen en Río Gallegos; Borrelli y Oliva 2001) son ejemplos de propuestas de diagnóstico y gestión desarrolladas por el INTA y que sintetizan más de 30 años de avances científico-tecnológicos en Patagonia, Argentina. Su finalidad fue la de integrar distintas dimensiones de información a escala de establecimiento, para identificar fortalezas, debilidades, o cuellos de botella en donde enfocar la intervención y propuestas de mejora de la producción. En general, ambas perspectivas integran a escala predial información de la heterogeneidad de ambientes y niveles de productividad mediante evaluación supervisada de los pastizales y estimaciones de disponibilidad forrajera para calcular receptividad ganadera, infraestructura para el manejo pastoril (e.g. potreros, aguadas, galpones) e información ganadera y económica. Las características ganaderas son evaluadas a través de un relevamiento de aspectos genéticos, nutricionales, sanitarios y reproductivos. Se analiza la estructura de edades y dinámica poblacional de las majadas, incluyendo indicadores demográficos claves como la señalada, la mortandad animal y la tasa de reposición. A su vez, se analiza la dotación de infraestructura, capacidad de trabajo y mano de obra disponible, y un análisis económico-financiero del sistema productivo. En base a la integración de toda esta información se planifica el manejo pastoril y ganadero del establecimiento y las necesidades de inversión. En síntesis, el foco de la propuesta estuvo puesto en contrastar la función objetivo del productor y la estrategia productiva, dadas las características propias del establecimiento, para luego definir los objetivos particulares de gestión y el plan de acción anual asociado al ciclo productivo. Estas propuestas de planificación integral están basadas en información y conocimiento estructural del campo y en una perspectiva *promedio*, o sea de relativa



estabilidad en los escenarios ambientales. El mayor aporte de estas propuestas al sector ha sido el avance en la articulación de información disciplinaria, orientada al abordaje sistémico de los problemas productivos, la identificación de los cuellos de botella y los puntos más sensibles donde es necesario intervenir para generar cambios, considerando restricciones propias en cada caso (e.g. ambientales, de infraestructura, capacidad de trabajo o de innovación). Las desventajas se sitúan en la relativa rigidez de la planificación al considerar fundamentalmente a la dinámica anual y los límites prediales como los ámbitos de acción más relevantes. Por otro lado, la información es ciertamente atemporal o está menos influenciada por cambios bruscos o de mediano plazo (>1 año), y por ende la planificación se optimiza a un régimen de funcionamiento en torno a valores promedio anuales y estacionales (e.g. productividad forrajera, producción total de lana), siendo poco flexible y por ende eficaz cuando el escenario productivo se aleja de ese régimen de relativa certeza. Es ineludible que ese primer nivel de planificación se siga promoviendo y mejorando, pero debe ser complementado con una gestión más flexible y adaptativa que considere cambios en dinámicas productivas intra-anales e inter-anales, y con alta resolución espacial a distintas escalas.

5. La planificación a escala regional – políticas públicas

Las principales medidas de política pública son también un reflejo de una perspectiva basada en la planificación estructural y promedio, que no considera necesariamente la variabilidad y el impacto de eventos extremos. Un ejemplo de la dominancia de esta lógica es que, en los últimos diez años, las principales medidas de política pública frente a las recurrentes sequías y la caída de cenizas volcánicas fueron las declaraciones de emergencias o desastres agropecuarios, los cuales dispararon financiamientos de post-emergencia (e.g. PROSAP) y condonaciones de pago de deuda por financiamiento otorgado previamente (e.g. Ley Ovina). La recurrente declaración de emergencias agropecuarias (principalmente por sequía) en la última década en Patagonia, refleja la fuerte incidencia de estos disturbios sobre la ganadería, pero también sugieren una ausencia de cambios en propuestas de anticipación o mitigación de pérdidas productivas. De hecho, una de las principales medidas de recuperación ganadera post-eventos ha sido la recomposición de existencias mediante la compra de animales reproductores (vientres ovinos y caprinos). Algunas medidas alternativas fueron la instalación de silos para abastecimiento local de alimento frente a la sequía y la provisión de forraje posterior a la erupción del cordón volcánico Caulle-Puyehue para mitigar en la ganadería el impacto de la situación estresante. De todas maneras, éstas iniciativas se encuentran aún bajo una lógica de tipo impulso-respuesta, frente a la contingencia y la severidad de la situación. En otras palabras, estas medidas buscan controlar el factor de disturbio mediante la reducción de su impacto, pero no necesariamente contribuyen a promover adaptabilidad futura (Domptail et al. 2013). Más allá de que existe un reconocimiento del impacto significativo que han tenido estos eventos ambientales recientes en Patagonia, aún existen pocas iniciativas que busquen cambiar las lógicas en el diseño de las políticas públicas para el sector.

6. Generación de información para asistir a una gestión adaptativa en ganadería

Avanzar hacia una gestión adaptativa del sistema productivo requiere de nuevas formas de generar información. En particular, incorporar una mirada histórica y corriente para la elaboración y actualización de los diagnósticos, que permitan implementar estrategias de adaptación a escala



estacional e inter-anual de manera anticipada. Un ejemplo de avance en esa dirección es el sistema de monitoreo regional de sequías en Patagonia norte (<http://sipan.inta.gob.ar>), basado en el nivel de actividad fotosintética de la vegetación mediante el uso de información satelital (e.g. anomalías del Índice de Vegetación Diferencial Normalizado, NDVI; Easdale et al. 2012). El mismo constituye un sistema de actualización mensual permanente disponible para el sector ganadero, que permite evidenciar y hacer explícito el estado de situación corriente a escala regional. El sistema tiene más de 9 años de funcionamiento y constituye una fuente de amplia consulta actual tanto en el sector público como privado. Sin embargo, si bien dicha información puede servir para efectuar inferencias a futuro que permiten proyectar escenarios probables, no constituye una herramienta diseñada para la prospectiva productiva.

Futuros desarrollos debieran avanzar en incorporar un abordaje prospectivo en la generación de información y en la gestión tanto predial como regional. Esta perspectiva impulsa la necesidad de un mayor detalle de información, y que la misma esté disponible en tiempo real y accesible para tomadores de decisiones, en un contexto de manejo extensivo de la ganadería y con ciertas limitantes comunicacionales en muchas regiones. Este es un paso necesario y previo al diseño de un plan de acción que pueda ser prospectivo y amoldarse a los cambios coyunturales para propender a un manejo más flexible. Los desarrollos necesarios deben estar basados en mayor información de las fluctuaciones ambientales, perturbaciones y sus interacciones con decisiones de manejo, que pueden afectar a la ganadería en un ciclo corriente y/o futuro. Considerar que un rango en torno a un *promedio* no es una referencia real o que pocas veces se expresa de la misma manera debido a la complejidad de interacciones en el sistema productivo, no es un cambio trivial. En todo caso, es necesario comprender mejor las dinámicas del sistema en su conjunto (Easdale y Bruzzone 2015). Es por ello que primero se deben generar las bases de información para avanzar luego en una gestión del sistema productivo que incorpore la perspectiva de un manejo ganadero adaptativo a los cambios del ambiente, con propuestas flexibles y rápidas de aplicar, manteniendo la planificación integral y los fundamentos de manejo sustentable.

Uno de los desafíos más relevantes para abrir este nuevo camino es propender a un cambio en la resolución espacial y temporal del diagnóstico y las decisiones de manejo. Por un lado, no sólo se debieran concentrar esfuerzos en la escala anual asociada a la productividad de los pastizales, sino también incorporar otras escalas al manejo. Por un lado, considerar ciclos inter-anales, con fases que pueden durar varios años, como por ejemplo sequías que se extienden durante 5 años o más. Por otro lado, ciclos intra-anales, que inciden sobre la dinámica estacional, como por ejemplo un retraso o adelantamiento en el inicio de rebrotes en la primavera por inviernos muy fríos o cálidos, respectivamente (Jobbágy et al. 2002). Este tipo de información permitiría detectar a tiempo cambios que puedan redundar en pérdidas productivas. De igual manera, es necesario avanzar en otras escalas en la generación de información con mayor detalle. En particular, aumentar la resolución de los datos al menos en dos dimensiones del sistema de producción (y sus interacciones): i) biofísica, o sea dentro de las unidades de paisaje de un predio (e.g. mallines y estepas), ii) ganadera, a nivel de animales individuales en una majada, y no solamente a nivel poblacional (e.g. sanitaria, nutricional, reproductiva). En esta dirección, nuevas tecnologías de información (TICs), como por ejemplo aquellas basadas en datos provistos por sensores remotos



montados sobre satélites y/o vehículos aéreos no tripulados en combinación con herramientas informáticas y aplicaciones web, generan actualmente oportunidades para comenzar a encontrar soluciones a éstos desafíos, que eran impensadas hace algunos años atrás.

Por otro lado, es necesario complementar la perspectiva geográfica de la producción con una perspectiva de redes, asociada a una producción ganadera que interconecta ambientes en espacio y tiempo, promoviendo flujos de información, materia y energía que aún han sido poco estudiados (Easdale et al. 2016). Por ejemplo, los censos agropecuarios relevan información de los establecimientos en tanto unidades individuales e inconexas con su entorno más cercano, con otros ambientes fragmentados o muy distantes, o incluso respecto de redes sociales que promueven conectividad e intercambio (e.g. sistemas de cría que proveen terneros a sistemas de engorde ubicados en otras zonas, sistemas trashumantes que conectan sitios de invernada y veranada). Nuevos diseños de política pública que incorporen medidas de adaptación regional a cambios en el ambiente, deberían considerar una perspectiva de redes socio-ecológicas del sistema ganadero en su conjunto.

7. Características de las lógicas productivas y de la innovación tecnológica

Para poder complementar la propuesta argumental de este trabajo, se describen a continuación algunas características involucradas en un sistema de lógicas *tradicional* (como referencia a un sistema actual) y otro adaptativo (como referencia a un estado alternativo a futuro) en un contexto de Patagonia. Para ello, se asume una perspectiva dicotómica y un tanto arbitraria con la finalidad de motivar el debate, a través de ilustrar los extremos de un sistema social y productivo-tecnológico que es en verdad más complejo y heterogéneo (Tabla 1).

El sistema tradicional considera la articulación de conocimiento disciplinar acumulado, como el medio para desarrollar un diagnóstico y evaluar el estado de situación, utilizando datos con resolución media o baja y relativamente atemporal o basado en una referencia ambiental promedio. El tipo de gestión se basa en una planificación integral a escala predial, haciendo foco en el ciclo productivo anual, complementada con información obtenida en jornadas, charlas, ferias y medios audiovisuales, tomando una posición pasiva (i.e. receptor de información). El estilo de vida tiene basamento en el medio rural, con decisiones que son tomadas en el campo y en las condiciones impuestas por el entorno local, priorizando propuestas que involucran aspectos estructurales y que se orientan a incrementar los niveles de productividad y eficiencia en términos absolutos (e.g. cantidad de lana esquilada, carga ganadera). La función objetivo de asesoramiento al establecimiento o sistema productivo está orientado a la diversificación agropecuaria y provisión de bienes para autoconsumo y venta de excedentes (e.g. carne, fibra, cueros), mientras que la principal exigencia de los consumidores refiere a la salubridad de los productos. Finalmente, la forma de organización social tomada como modelo es la organización de productores asistidos por instituciones públicas científico-tecnológicas u organizaciones civiles (e.g. ONG, consultores).

El sistema adaptativo, en tanto modelo alternativo, propone que el conocimiento está asentado en la innovación tecnológica basada en la generación, integración y permanente actualización de información, en motivar la capacidad de aprendizaje para su análisis e interpretación, mediante el uso de gran cantidad de datos de alta resolución espacial y temporal. La información generada está



orientada al pronóstico y desarrollo de escenarios de acción como insumo para una gestión prospectiva y un manejo ganadero adaptativo, que considere no solamente el ciclo anual, sino también las dinámicas inter- e intra-anales. Los tomadores de decisiones son actores activos y con voluntad interactiva para la búsqueda de información en internet, a través de aplicaciones móviles y uso de redes sociales virtuales que trascienden el entorno local inmediato. El estilo de vida se construye en una dinámica urbano-rural y las decisiones se toman de modo parcial tanto en el lugar como a distancia. El foco de las propuestas tecnológicas enfatiza en lo funcional, en el manejo flexible de diversas herramientas con el fin de evitar pérdidas productivas y asimilar mejor las fluctuaciones ambientales, utilizando como principales indicadores a los valores relativos (e.g. tasas de extracción de productos, presión de pastoreo) para fortalecer la resiliencia y la capacidad adaptativa del sistema en su conjunto. La función objetivo del sistema productivo está referenciado en una diversidad de actividades y medios de vida que considera la producción de bienes y servicios agropecuarios y ecológicos, e incorporando aspectos estéticos y culturales. El consumidor asume salubridad de los productos y valoriza más otros aspectos como la producción agroecológica u orgánica con bajo impacto ambiental, el bienestar animal y la equidad o condiciones de vida adecuadas de la familia o los trabajadores rurales. La forma de organización social buscada como modelo a promover es la integración público-privada en sistemas de innovación territoriales. El impacto de este sistema organizativo excede el nivel del sistema productivo e involucra aspectos de valor agregado local en cadenas productivas, con promoción de otros servicios indirectos con impacto social en el paraje o entorno local.

Tabla 1. Lógicas y características asociadas a diferentes ejes de análisis en cuanto a la gestión productiva y desarrollo tecnológico en sistemas ganaderos extensivos de Patagonia, para el sistema tradicional y el sistema adaptativo, respectivamente.

Eje de análisis	Sistema tradicional	Sistema adaptativo
Tipo de conocimiento	Integración de conocimiento disciplinar acumulado	Innovación tecnológica en la información y capacidad de aprendizaje
Tipo de datos	Datos de grano grueso, estáticos y atemporales	Datos de alta resolución espacial y temporal. Con permanente actualización
Tipo de información generada	Diagnóstico y evaluación de situación	Pronóstico y escenarios de acción
Ciclo temporal que define la gestión productiva	Anual	Anual, inter-anual e intra-anual
Tipo de Gestión	Planificación Integral de Campos, Tecnologías de manejo extensivo	Gestión prospectiva y manejo ganadero adaptativo



Fuente de información complementaria para la toma de decisiones	Televisión, diario, radio, charlas en exposiciones y ferias	Internet, redes sociales, aplicaciones móviles
Actitudes frente a la información de tomadores de decisión	Pasiva	Activa, interactiva
Toma de decisiones	In situ (a campo)	In situ y virtual
Estilo de vida	Rural tradicional	Nueva ruralidad (urbano-rural)
Propuestas tecnológicas	Foco en lo estructural, fijas y extrapolables a distintas realidades	Foco en lo funcional, flexibles. Portfolio interactivo y dinámico
Foco de mejora productiva	Incrementar niveles promedio de productividad	Reducir las fluctuaciones. Lógica de pérdidas evitadas
Uso de indicadores	Valores absolutos (producción total de fibra animal)	Valores relativos (tasa de extracción de carne y fibra animal)
Propiedades del sistema a fortalecer	Eficiencia y Productividad	Resiliencia y capacidad adaptativa
Tipo de diversidad	Diversidad agropecuaria y de productos	Diversidad de actividades y medios de vida
Servicios ecosistémicos priorizados	Producción de bienes	Producción de bienes y servicios de regulación, estéticos y culturales
Exigencias del consumidor	Producto sanitariamente aceptable	Producción agroecológica, bienestar animal, equidad social
Formas de organización social	Organización o grupo de productores asistidos por instituciones científico-tecnológicas u organizaciones privadas	Integración público-privada en sistemas de innovación territoriales

8. Conclusiones

Uno de los principales desafíos que tienen los sistemas ganaderos de Patagonia está asociado a la toma de decisiones tanto en el sector público como en el sector privado, especialmente frente a cambios o perturbaciones de origen ambiental, productivo y/o social.

Los impactos futuros de la innovación tecnológica tendrán que considerar un abordaje integral y prospectivo en la toma de decisiones prediales y regionales, asociados a una gestión adaptativa de la ganadería frente a dinámicas ambientales que pueden cambiar con el paso del tiempo, con



fluctuaciones diferentes a las ocurridas en el pasado y perturbaciones extremas. Esta perspectiva alerta sobre la necesidad de modificar las lógicas aún predominantes en la gestión productiva y en el desarrollo de propuestas tecnológicas, aún focalizadas en las eficiencias y niveles de productividad predial durante el ciclo anualizado. Es necesario motivar innovaciones tecnológicas regionales en donde la resiliencia global del sector ganadero redunde a largo plazo en una mejora individual, con la impronta de mantener adaptabilidad. En particular, el cambio reside en promover una transición desde lógicas de diagnóstico del impacto y manejos orientados a la recuperación *expost*, hacia lógicas prospectivas del potencial impacto de eventos y propuestas tecnológicas de prevención y reducción de pérdidas. Esto requiere necesariamente de un avance en la generación de información científica detallada, actualizada y que conecte distintas escalas espaciales (e.g. predial y regional) y temporales (e.g. anual, inter- e intra-anual).

Las consecuencias que esta perspectiva genera sobre la toma de decisiones, involucra la necesidad de desarrollar nuevas estrategias públicas y privadas de acción en situaciones de disturbios o emergencias agropecuarias. La mitigación futura de los efectos de cambios ambientales sobre la ganadería necesita de un fuerte trabajo actual en el diseño de nuevas formas y modelos de organización social y productiva. Las propuestas deben propender a una mayor integración público-privada y a un reconocimiento de nuevos estilos de vida y con ello de diversos conocimientos, saberes y experiencias. En este escenario, las ciencias agropecuarias deben avanzar en el desarrollo de una nueva generación de herramientas tecnológicas de información y gestión asociadas ya no tanto al incremento absoluto de la productividad o eficiencia, sino más bien a la gestión adaptativa y resiliente de los sistemas productivos frente a cambios futuros. Nuevas lógicas de gestión y organización socio-productiva van a ir crecientemente demandando este tipo de herramientas para tomar mejores decisiones, con exigencias y beneficios que exceden al sector productivo e involucran a la sociedad en general.

9. Referencias

Berkes, F. y Folke, C. (eds.) (1998). *Linking Social and Ecological systems: management practices and social mechanism for building resilience*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (Eds.). (2003). *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Borrelli, P., Oliva, G. (Eds.). (2001). *Ganadería ovina sostenible en la Patagonia austral: tecnología de manejo extensivo*. INTA-UNPA-CAP.

Chapin III, F.S., Kofinas, G.P. y Folke, C. (Eds.) (2009). *Principles of ecosystem stewardship: Resilience-based natural resource management in a changing world*. Springer, USA.

Clark, W. (2007). Sustainability science: A room of its own. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA*, 104(6): 1737-1738.

Clark, W.C. y Dickson, N.M. (2003). Sustainability science: the emerging research program. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences USA*, 100: 8059-8061.



Darnhofer, I., Fairweather, J. y Moller, H. (2010). Assessing a farm's sustainability: insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 8(3): 186-198.

Darnhofer, I. (2014). Resilience and why it matters for farm management. *European Review of Agricultural Economics*, 41(3): 461-484.

Díaz, S., Quétier, F., Cáceres, D.M., Trainor, S.F., Pérez-Harguindeguy, N., Bret-Harte, M.S., Finegan, B., Peña-Claros, M. Poorter, L. (2011). Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(3): 895-902.

Domptail S.E., Easdale M.H., Yuerlita. (2013). Managing socio-ecological systems to achieve sustainability: A study of resilience and robustness. *Environmental Policy and Governance* 23, 30-45.

Easdale, M.H. (2010). Evaluación económico-financiera de tecnologías en sistemas de producción ovina, bajo diferentes contextos. En: Mueller, J.P., Cueto, M.I. (Eds) *Memorias VIII Curso de Actualización en Producción Ovina*, INTA Bariloche, pp. 192-210.

Easdale, M.H., Rosso, H. (2010). Dealing with drought: social implications of different smallholder survival strategies in semi-arid rangelands of Northern Patagonia, Argentina. *The Rangeland Journal*, 32(2): 247-255.

Easdale M.H., López D.R., Bianchi E., Bruzzone O., Villagra S.E., Siffredi G.L., Gaitán J., Umaña F., Oricchio P. (2012). Una herramienta para monitorear sequías en regiones áridas y semiáridas. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 38(2), 158-164.

Easdale, M.H., Sacchero, D., Vigna, M., Willems, P. (2014). Assessing the magnitude of impact of volcanic ash deposits on Merino wool production and fibre traits in the context of a drought in North-west Patagonia, Argentina. *The Rangeland Journal*, 36(2): 143-149.

Easdale, M.H., Bruzzone, O. (2015). Anchored in 'average thinking' in studies of arid rangeland dynamics—The need for a step forward from traditional measures of variability. *Journal of Arid Environments*, 116: 77-81.

Easdale, M.H., Aguiar, M.R., Paz, R. (2016). A social-ecological network analysis of Argentinean Andes transhumant pastoralism. *Regional Environmental Change*, 16: 2243-2252.

Fernández-Arhex, V., Buteler, M., Amadio, M.E., Enriquez, A., Pietrantuono, A.L., Stadler, T., Becker, G., Bruzzone, O. (2013). The effects of volcanic ash from Puyehue-Caulle Range eruption on the survival of *Dichroplus vittigerum* (Orthoptera: Acrididae). *Florida Entomologist* 96(1): 286-288.

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16: 253-267.

Folke, C., Carpenter, S.R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., Rockström, J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15(4): 20.



Gunderson, L.H. y Holling, C.S. (eds.) (2002). *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, USA.

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4(1): 1-23.

Inbar, M., Osters, H.A., Parica, C.A., Remesal, M.B., Salani, F.M. (1995). Environmental assessment of 1991 Hudson volcano eruption ashfall effects on southern Patagonia region, Argentina. *Environmental Geology* 25(2): 119-125.

INTA, Bariloche. *I Curso de Planificación Integral de Campos* (1991). INTA EEA Bariloche-PRCODEPA, 28/09 al 3/10, 17 pp.

Jerneck, A., Olsson, L., Ness, B., Anderberg, S., Baier, M., Clark, E., Hickler, T., Hornborg, A., Kronsell, A., Lövbrand, E. y Persson, J. (2011). Structuring sustainability science. *Sustainability Science*, 6:69-82.

Jobbágy, E. G., Sala, O. E., y Paruelo, J. M. (2002). Patterns and controls of primary production in the Patagonian steppe: a remote sensing approach. *Ecology*, 83(2), 307-319.

Kallis, G. y Norgaard, R.B. (2010). Coevolutionary ecological economics. *Ecological Economics* 69: 690-699.

Martin, R.S., Watt, S.F.L., Pyle, D.M., Mather, T.A., Matthews, N.E., Georg, R.B., Day, J.A., Fairhead, T., Witt, M.L.I., Quayle, B.M. (2009) Environmental effects of ashfall in Argentina from the 2008 Chaitén volcanic eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 184(3): 462-472.

Norgaard, R.B. (1981). Sociosystem and Ecosystem Coevolution in the Amazon. *Journal of Environmental Economics and Management*, 8: 238-254.

Ostrom, E. (2007). A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104 (39): 15181-15187.

Perrings, Ch. (2007). Future challenges. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 104(39): 15179-15180.

Smith, A., Stirling, A. y Berkhout., F. (2005). The governance of sustainable sociotechnical transitions. *Research Policy*, 34: 1491-1510.

Smith, A. y Stirling, A. (2010). The politics of social-ecological resilience and sustainable socio-technical transitions. *Ecology and Society*, 15(1): 11.

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S., Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2):5.

Walker, B.H. y Salt, D. (2006). *Resilience thinking. Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Island Press, Washington, USA.