

Transiciones socio-técnicas hacia el desarrollo sostenible: Propuesta para la evaluación de aprendizajes en PyMEs ganaderas de la Pampa semiárida de Argentina

Socio-technical transitions towards sustainable development: A proposal for learning assessment in livestock SMEs in the semi-arid Pampas of Argentina

(Liliana Marcela Scoponi – Universidad Nacional del Sur - lilianascoponi@gmail.com)

(Miriam Andrea Lauric – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria/EEA Bordenave/AER Bahía Blanca - lauric.andrea@inta.gob.ar)

(Carlos Torres-Carbonell - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria/EEA Bordenave/AER Bahía Blanca y Universidad Nacional del Sur - carbonell.carlos@inta.gob.ar)

(Gerónimo De Leo - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria/EEA Bordenave/AER Bahía Blanca - deleo.geronimo@inta.gob.ar)

Resumen

La urgencia por alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible frente al cambio climático ha aumentado el interés por los estudios sobre nichos de innovaciones sustentables en la producción agroalimentaria. La Gestión Estratégica de Nichos en el marco de la Perspectiva Multi-Nivel considera que deben lograrse aprendizajes profundos en la experimentación de innovaciones y demanda mayor comprensión de aspectos instrumentales para orientar la evolución de un nicho. Este estudio propone evaluar el progreso del desempeño innovativo hacia la sustentabilidad de pequeñas y medianas empresas ganaderas del Sudoeste bonaerense, región frágil del bioma Pampa de Argentina, producto del aprendizaje generado en actividades de extensión rural del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) para identificar puntos de apalancamiento en el proceso de cambio tecnológico hacia sistemas más sostenibles. Se realizó un estudio exploratorio-descriptivo bajo métodos cuali-cuantitativos. Se entrevistaron diez productores y se propuso el método MESMIS para la construcción de indicadores y valoración de metas de aprendizaje hacia la sustentabilidad. Se observó un acercamiento de los productores de prácticas modales a los más innovadores que refleja condiciones para el progreso y consolidación del nicho. No obstante, con la necesidad de mayor profesionalización y articulación institucional. El estudio generó un instrumento de medición para la autoevaluación de las empresas del nicho y la planificación de estrategias de intervención del INTA. Se buscó ampliar la investigación empírica en Latinoamérica aún escasa en abordajes de transiciones socio-técnicas y avanzar en la evaluación de experimentos de innovaciones transformadoras, en agenda para la literatura.

Palabras clave: Nicho tecnológico; Sustentabilidad; Evaluación; Producción agropecuaria.

Abstract

The urgency to achieve the Sustainable Development Goals in the face of climate change has increase interesting studies on innovation niches in food systems. Strategic Niche Management in the framework of the Multi-Level Perspective considers that deep learning must be achieved in experimenting with innovations and demands greater understanding of instrumental aspects to guide the evolution of a niche. This study proposes to assess the progress of innovative performance towards sustainability of small and medium livestock enterprises in the Southwest of Buenos Aires, a fragile region of the Pampas biome of Argentina, as a result of learning generated in rural extension activities of the National Institute of Agricultural Technology (INTA) in order to identify leverage points in the process of technological change towards more sustainable systems. An exploratory-descriptive study was carried out using qualitative-quantitative methods. Ten producers were interviewed and the MESMIS method was proposed for the construction of indicators and assessment of learning goals towards sustainability. A rapprochement of producers from modal practices to more innovative ones was observed, reflecting conditions for the progress and consolidation of the niche. However, they need for greater professionalization and institutional articulation. The study generated a measurement instrument for the self-assessment of the niche enterprises and the planning of INTA's intervention strategies. It sought to broaden empirical research in Latin America, which is still scarce in approaches to socio-technical transitions, and to advance in the evaluation of experiments in transformative innovations on the agenda for the literature.

Keywords: Technological niche; Sustainability; Evaluation; Agricultural production.

Recebido em 31/01/2022

Revisado em 22/02/2024

Aceito em 21/03/2024



1. Introducción

A partir de la década del '80 se produce en el mundo un cambio de paradigmas que generó una toma de conciencia sobre la insostenibilidad del actual modelo de desarrollo humano (Gudynas, 2003). A pesar del tiempo transcurrido, aún no se han producido cambios transformadores en los actuales regímenes socio-técnicos dominantes de producción y consumo. La urgencia por alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 frente al cambio climático ha aumentado esta preocupación, que se ha traducido en el ámbito académico en un creciente interés por los estudios sobre transiciones socio-técnicas (Geels, 2011; Ghosh, et al., 2020; Schot & Geels, 2008). En este contexto, la búsqueda de innovaciones sustentables se ha incrementado sustancialmente en las cadenas agroalimentarias (Barbosa, et al., 2019). La producción de alimentos es la actividad antrópica que más intervención e impacto directo tiene sobre el medio ambiente, pero a su vez, por su dependencia de la naturaleza, constituye la mayor víctima del cambio climático. En consecuencia, para que la actividad agroalimentaria sea sustentable, la innovación debe desempeñar un rol crítico y contemplar las vulnerabilidades ambientales de las diferentes regiones y sus particulares contextos socioeconómicos (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2014; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2017).

El presente trabajo analiza la región del Sudoeste de la provincia de Buenos Aires (SOB) dentro del bioma Pampa en la Argentina. Esta área geográfica es una región agroecológica frágil, que ha sido diferenciada normativamente del resto de la provincia mediante una ley especial, denominada “Ley del SOB” (Ley N° 13.647/07). Posee bajas precipitaciones, suelos poco evolucionados y alta variabilidad climática (Fundamentos Ley N° 13.647, 2007). La escasa adaptación de sus sistemas productivos con una visión de largo plazo a estas condiciones de semiaridez, ha generado que sean poco sustentables, escasamente diversificados y con baja elasticidad, requiriendo la incorporación de cambios para atenuar el deterioro del recurso natural y darles viabilidad económica y social (Lauric, De Leo & Torres-Carbonell, 2014). En virtud de ello, la Agencia de Extensión Bahía Blanca, dependiente de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Bordenave del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), ha impulsado desde el año 2005 la generación de un nicho tecnológico sustentable de “Experimentación adaptativa local en Pasturas Perennes”. Su propósito ha sido cambiar paradigmas preexistentes en la zona, romper mitos y costumbres acerca de la utilización de tecnologías en regiones semiáridas, donde las sequías se han tornado cada vez más severas (Lauric, De Leo, & Torres-Carbonell, 2019).

La Agencia de Extensión del INTA desarrolló así a través de diferentes programas públicos, un trabajo conjunto de co-innovación con productores e instituciones del territorio, con el propósito de llegar a un sistema extensivo de producción ganadera de “Alta Tecnología o Tecnología mejorada” (AT). Las innovaciones se basaron en la incorporación de diferentes pasturas plurianuales como base forrajera, que no eran habituales en las prácticas de la región, y en otras tecnologías de procesos ganaderas complementarias (Lauric, De Leo, & Torres-Carbonell, 2016). Este sistema productivo de AT al cual se tiende, convive con otros dos, dentro de un proceso vigente de transición tecnológica. Los restantes sistemas fueron categorizados por la Agencia de Extensión del INTA como sistemas de “Baja Tecnología”



(BT) y de “Tecnología o Modal” (TM) (Lauric, et al., 2014). El sistema BT, basado en la producción de carne a partir de campo natural, es el que históricamente se ha utilizado en la región. El restante, denominado TM, por ser más frecuente, se sustenta en la producción en campo natural, incorporando una gran superficie de verdes anuales de verano e invierno, con mayor intervención en el ambiente. Mientras los establecimientos agropecuarios de TM y BT reflejan pensamientos tradicionales y dominantes sobre la forma de producción pecuaria en la región, los productores de AT intentan cambios más profundos, buscando sistemas estables y sustentables. Para ello adoptan tecnologías de procesos basadas en la gestión del conocimiento y el entendimiento del funcionamiento de la actividad como sistema (Lauric, et al., 2016).

Medir el grado de progreso de los diferentes perfiles productivos hacia un modelo ideal sustentable de AT o “Tecnología mejorada”, resulta relevante para identificar puntos críticos a fortalecer que retroalimenten las actividades dentro de este espacio de experimentación protegido. Schot e Geels (2008) destacan que la comprensión de la dinámica de nichos tecnológicos se ha vuelto cada vez más compleja para las innovaciones sustentables. Se requieren más investigaciones que permitan entender cómo emergen y qué mecanismos hacen que las secuencias de proyectos se conviertan en un nicho de desarrollo (Geels, 2011). Dentro de esta dinámica, el aprendizaje desempeña un papel importante en las transiciones hacia la sustentabilidad para los abordajes de gestión estratégica de nichos, gestión de la transición y sistemas de innovación, ya que el aprendizaje es inherente a la naturaleza experimental y orientada a la acción de estos enfoques (Schot & Steinmueller, 2018; Van Mierlo & Beers, 2020). En particular, los procesos de aprendizaje reciben un papel más destacado en la literatura sobre nichos. No obstante, se trata de un tópico que aún se encuentra escasamente analizado, a pesar del interés de su presencia como elemento indispensable para la formación de nichos de innovación en las transiciones hacia la sustentabilidad (Beers, Van Mierlo, & Hoes, 2016; Van Mierlo, et al., 2020; Van Poeck, Östman, & Block, 2020).

Van Poeck, Östman e Block (2020) identifican las siguientes lagunas en el tratamiento del aprendizaje para la innovación en la literatura sobre transiciones: falta de claridad conceptual del proceso de aprendizaje, conocimiento empírico insuficiente y necesidad de un instrumento analítico adecuado para reconocerlo y valorarlo. Con el fin de superar algunos de estos vacíos, Van de Veerdonk (2021) realiza un estudio empírico sobre la difusión del conocimiento y el aprendizaje en la transición energética regional holandesa. La autora observa una preocupación académica reciente por entender los componentes del proceso de aprendizaje en el ámbito de un nicho tecnológico. Uno de esos componentes son los resultados e impactos del aprendizaje. Estos deben conocerse para incluir lecciones que guíen las decisiones futuras y verificar el grado de logro de las metas de deseadas (Van de Veerdonk, 2021). Si bien los aportes de la autora buscan clarificar el significado de los resultados e impactos del aprendizaje, así como de otros componentes de este proceso, su investigación no propone herramientas de operacionalización para medirlos.

Al respecto, Van Mierlo e Beers (2020) sostienen que en la literatura existen estudios que abordan el aprendizaje aplicado a las transiciones bajo diferentes teorías. Sin embargo, enfatizan que esta característica central de los nichos tecnológicos demanda mayor comprensión de aspectos que sean instrumentales, para orientar intervenciones en los nichos



y favorecer su evolución. En el mismo sentido, Stam et al. (2023) concluyen, sobre la base de una revisión sistemática de la literatura, que es necesario distinguir claramente procesos de aprendizaje de resultados del aprendizaje y mostrar en profundidad esos resultados, es decir, cómo el aprendizaje conduce al cambio y contribuye a las transiciones.

Específicamente en el ámbito agroalimentario, El Bilali (2019; 2020) destaca que la gestión estratégica de nichos sigue siendo un enfoque marginal en la investigación sobre transiciones hacia la sustentabilidad. El autor encontró en sus revisiones, que los artículos no proporcionan una evaluación cuantitativa detallada, por ejemplo a través del empleo de indicadores, de los impactos de la transición y a su vez pasan por alto cuestiones normativas relacionadas con las sustentabilidad, como el bienestar animal. La preocupación en los estudios de nichos, se concentra en la dinámica de la transición desde las redes, la confianza, el poder, pero sin responder adecuadamente qué es sustentable en esa transición (El Bilali, 2020). En definitiva, para evaluar el impacto de la transición debe conocerse si el nicho logra avanzar en resolver los problemas apremiantes que llevaron a su surgimiento, como inseguridad alimentaria, contaminación, degradación del suelo, entre otros (El Bilali, 2019).

Por otra parte, en Latinoamérica estos estudios aún son escasos, pues la investigación se centran principalmente en problemáticas de transiciones hacia la sustentabilidad de países desarrollados europeos (El Bilali, 2019, 2020; Smith, Stirling, & Berkhout, 2005; Vila Seoane & Marín, 2017). Frente a este contexto, el presente trabajo persigue evaluar los resultados e impactos de aprendizajes alcanzados por pequeñas y medianas empresas ganaderas del nicho “Experimentación adaptativa local en Pasturas Perennes”, impulsado por la Agencia de Extensión INTA Bahía Blanca en el Sudoeste bonaerense de la Argentina, que reflejen su desempeño innovativo hacia la sustentabilidad.

Los nichos tienen un papel importante al proporcionar espacios protegidos para procesos de aprendizaje interactivo, donde se crean nuevos conocimientos y prácticas, tanto en aspectos tecnológicos como sociales (Kemp, Schot, & Hoogma; Van de Veerdonk, 2021). Por lo cual, en este estudio se propone medir el grado de avance de los productores agropecuarios del nicho hacia un sistema AT sustentable, con un método que posibilite asociar los resultados e impactos de los aprendizajes experimentados a cuestiones normativas de la sustentabilidad en sus tres dimensiones (económica, social y ambiental). Con tal propósito se ha escogido el marco MESMIS (Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad) (Maser, et al., 1999) por las particularidades que presenta para integrar la valoración dinámica de aprendizajes e impactos en la sustentabilidad en un instrumento de aplicación plausible para pequeñas y medianas empresas agropecuarias.

La evaluación de experimentos de innovaciones sustentables que sean transformadores es un tema de actual interés para la academia, puesto que se necesitan métodos para valorar qué está sucediendo en los procesos de transición y para proporcionar información a los participantes del nicho, investigadores y facilitadores (Luederitz, et al., 2017; Williams & Robinson, 2020). De ahí que como contribución teórica, se espera integrar el marco MESMIS a los enfoques de transiciones para operacionalizar la medición de los resultados e impactos de los aprendizajes dentro de un nicho de innovaciones sustentables agropecuarias. Como contribución empírica, se procura aportar un instrumento que valore el desempeño innovativo económico, social y ambiental de pequeñas y medianas empresas y



aporte información útil que ayude a extensionistas a gestionar el desarrollo y consolidación del nicho. El trabajo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2, se realiza una revisión teórica de los abordajes aplicados y se describe el marco propuesto para valorar aprendizajes hacia la sustentabilidad. En la sección 3, se exponen los aspectos metodológicos de la investigación; en la sección 4, se discuten los resultados y finalmente, en la sección 5, se plantean las consideraciones finales del estudio.

2. Marco teórico referencial

2.1. Transiciones socio-técnicas hacia el Desarrollo Sostenible: nichos tecnológicos y evaluación de aprendizajes

Recientemente, por impulso de investigaciones científicas europeas, la evolución tecnológica es analizada bajo la perspectiva de transición socio-técnica, que alude a los procesos de emergencia de nuevos regímenes socio-técnicos que transforman las características básicas de los sistemas de producción y consumo (agroalimentario, de transporte, energía, vivienda, entre otros) (Geels, 2011; Rip & Kemp 1998; Schot & Geels, 2008; Smith, et al., 2005). Estos cambios sistémicos involucran tecnologías, políticas, mercados, prácticas de consumo, infraestructura, significados culturales y conocimiento científico, que son reproducidos, mantenidos y transformados por varios actores, representados por empresas e industrias, formuladores de políticas y funcionarios públicos, consumidores, sociedad civil, profesionales e investigadores (Geels, 2002; 2004; 2011). Por lo tanto, las transiciones socio-técnicas van más allá de lo simplemente tecnológico, al considerar artefactos sociales, razón por la cual la innovación tecnológica se entiende como un proceso social (Smith, et al., 2005). Las transiciones socio-técnicas son así procesos complejos, de largo plazo, que involucran a múltiples actores (Geels, 2004; 2011). Para comprender las transiciones, esta teoría propone una perspectiva multi-nivel organizada en tres planos de análisis: nichos de innovación, régimen socio-técnico y paisaje o escenario socio-técnico (*landscape*) y centra su atención en las interrelaciones existentes, de forma de explicar la estructuración de las actividades asociadas a prácticas locales en procesos de innovación evolutivos (Geels, 2002; 2004; 2011).

Los regímenes socio-técnicos tienen la particularidad de ser configuraciones relativamente estables, debido a conductas, rutinas e instituciones arraigadas que dificultan el cambio y que moldean la forma de desarrollo y uso de tecnologías, definiendo una trayectoria dominante (Rip & Kemp, 1998; Seoane & Marín, 2017). No obstante, los regímenes socio-técnicos se encuentran sometidos a presiones de cambio derivadas de tendencias de largo plazo que conforman el paisaje o escenario socio-técnico. Una de esas presiones está siendo causada por el cambio climático y la necesidad de incorporar valores de sustentabilidad ambiental y social, no sólo económica, al desarrollo de las actividades productivas para atender a los *stakeholders*. En el sistema agroalimentario estas presiones están impactando fuertemente, frente a una demanda creciente de alimentos y a tensiones por la posibilidad de empleos alternativos de bienes de origen agropecuario (bioenergías, fibras) que afectan los recursos naturales y los sistemas sociales y culturales (FAO, 2017; Geels, 2011).

Según la perspectiva multi-nivel, cuando un régimen enfrenta este tipo de problemas nuevos, sus actores buscan soluciones siguiendo las normas existentes dentro del régimen.



Pero puede ocurrir que estas normas no permitan resolver suficientemente el problema. En este sentido, investigadores europeos han analizado que el Desarrollo Sostenible exige un cambio total del régimen tecnológico. Consecuentemente, para su transformación, la literatura en medio ambiente e innovación está asignando un rol preponderante a los nichos tecnológicos sustentables (Smith, 2012; Smith, Voß,

& Grin, 2010). La Gestión Estratégica de Nichos (GEN) surge como uno de los enfoques de transición influyentes en Europa para estudiar el desarrollo de innovaciones sustentables a partir de espacios de experimentación reducidos (Geels, 2011; Schot & Geels, 2008; Smith, et al., 2010). Los nichos son sitios significativos de aprendizaje y construcción de redes de actores que experimentan y adaptan mutuamente formas organizacionales más ecológicas y tecnologías orientadas a no afectar el medio ambiente. La sustentabilidad de los sistemas agropecuarios enfrenta el desafío de impulsar innovaciones a nivel de nichos tecnológicos protegidos, que puedan llegar a derivar en nichos de mercado, para finalmente moldear el régimen socio-técnico dominante (Geels, 2011; Rip & Kemp, 1998; Schot & Geels, 2008). Smith et al. (2005) plantean que si un nicho sustentable diverge de las prácticas dominantes en forma muy marcada, deberá ofrecer perspectivas de aplicación rentable como condición previa para reclutar actores pertenecientes a la corriente dominante. Esta condición podrá ser reforzada, si en la sociedad se producen cambios que cuestionen el desempeño del régimen vigente, por ejemplo, mayor conciencia ambiental, de sustentabilidad social o éticas, como el bienestar animal. Estas presiones están creciendo en las cadenas agroalimentarias a nivel global y también en la Argentina. De este modo, en el modelo multi-nivel de cambio socio-técnico, las actividades de nicho logran penetrar cuando resuelven con éxito aspectos del régimen vigente que se encuentran en tensión (Smith, et al., 2005; Smith, 2012).

Para analizar las actividades de un nicho tecnológico de innovaciones sustentables, la GEN considera dos procesos: la calidad de la inclusión institucional y la calidad del aprendizaje (Hoogma, et al., 2002; Smith, 2012). La calidad de la inclusión institucional se relaciona con la solidez del desarrollo del nicho en lo que respecta a los niveles de apoyo técnico, de mercado, social e institucional (Smith, 2012). Respecto del aprendizaje, Smith (2012) describe que puede ser estrictamente técnico, vinculado con el desempeño técnico de artefactos específicos y de las infraestructuras complementarias. Asimismo, el aprendizaje se relaciona con el contexto del usuario, los significados que los usuarios le asignan a una práctica socio-técnica de nicho, el rendimiento económico de esa práctica, aquello que se considera que funciona adecuadamente y cualquier barrera que pueda presentarse a la adopción de prácticas de nicho. Otros aprendizajes se vinculan con el contenido de las sustentabilidades social y medioambiental que se manifiestan en el nicho. Medir el éxito de los aprendizajes es necesario, pero no sencillo, pues el Desarrollo Sostenible es un concepto controvertido (Smith, 2012).

Loorbach e Rotmans (2006) consideran que dado que el seguimiento de estos procesos resulta difícil, es fundamental que se establezcan objetivos explícitos de aprendizaje que puedan supervisarse para retroalimentar el proceso de transición, dado que la formación de un nicho tecnológico implica un aprendizaje continuo, reflexivo, que se basa en la prueba y el error. Compartiendo el enfoque evolucionista del cambio tecnológico, Katz (1972) ha planteado para países en desarrollo de Latinoamérica la importancia del “aprendizaje adaptativo” de las empresas a partir de su esfuerzo para aplicar tecnologías surgidas en



contextos diferentes al local y transformarlas en innovaciones. En la actividad agropecuaria, por tratarse de producciones basadas en recursos naturales, el aprendizaje es aún más complejo y continuo, ya que el suelo y los seres vivos mutan en respuesta a la intervención antrópica. Por lo tanto, es necesario generar senderos y soluciones *ad hoc* a las condiciones locales y fortalecer vínculos entre productores, otros agentes de las cadenas agroalimentarias, universidades, organismos de investigación y extensión para alcanzar la sustentabilidad (Anlló, Bisang, & Katz, 2015).

Van Mierlo & Meers (2020) destacan que “aprender haciendo” y “hacer aprendiendo” son la esencia de los procesos de transición. El primero se refiere al desarrollo de conocimientos teóricos a partir de la práctica, mientras que el segundo alude a los conocimientos prácticos que surgen de la teoría. Desde el punto de vista organizacional, según la literatura existen al menos dos tipos de aprendizaje: de primer orden o bucle único y de segundo orden o doble bucle (Argyris & Schön, 1978). El primero acumula conocimientos y resuelve problemas sin cambiar los supuestos (creencias y valores) subyacentes, a diferencia del aprendizaje de segundo orden que va acompañado de “des-aprendizajes” y cuestionamientos de los supuestos sobre el modo tradicional de actuar. Se trata, por lo tanto, de un aprendizaje profundo. El aprendizaje mediante la práctica se suele asociar a este tipo de aprendizaje, que es clave para quebrar la inercia de reproducir en el tiempo las mismas rutinas tecnológicas (*path dependency*) (Ghosh, et al., 2020; Van Mierlo & Beers, 2020).

Van de Veerdonk (2021) realiza una investigación empírica en la que busca clarificar el contenido de los diferentes componentes del proceso de aprendizaje en nichos de innovación. Pues la literatura sobre transiciones parte del supuesto de que el aprendizaje tiene lugar, aunque no llega a profundizar la conceptualización de ese proceso (Beers, Van Mierlo, & Hoes, 2016; Van de Veerdonk, 2021; Van Poeck, Östman, & Block, 2020). Esos componentes son: quién aprende, cómo se aprende y cuáles son los resultados e impactos que surgen del aprendizaje. Estos últimos a su vez pueden categorizarse en dos tipos: conceptuales y relacionales. Los resultados e impactos conceptuales se refieren al contenido del aprendizaje, como nuevos conocimientos y soluciones innovadoras que se hayan puesto en marcha en el nicho de innovación. Mientras que los resultados e impactos relacionales aluden a las redes y los vínculos con grupos de interés generados (Beers, Van Mierlo, & Hoes, 2016; Van Mierlo & Beers, 2020).

Van de Veerdonk (2021) destaca que los resultados e impactos se producen a lo largo del tiempo, debido a que el aprendizaje es dinámico. Esto hace que los cambios sean difíciles de medir, si no hay una base de referencia para comparar. En la siguiente sección, se presenta la metodología MESMIS, que se propone como un método viable para valorar y monitorear avances en la profundización de los aprendizajes de nuevas prácticas, que contemplen una comprensión holística y específica de los problemas de sustentabilidad que enfrentan los agroecosistemas frágiles de la región del SOB. Esta metodología posibilita tomar una base de referencia para diagnosticar y evaluar progresos que induzcan a cambios futuros en un proceso cíclico, que acompaña el carácter dinámico del aprendizaje (Galván-Miyoshi, et al., 2008).



2.2. El Marco MESMIS: metodología propuesta para la medición de resultados de aprendizajes hacia la sustentabilidad

Masera et al. (1999) enfatizan que uno de los mayores retos que enfrenta la agricultura sustentable es diseñar marcos operativos que permitan evaluar de manera tangible si diferentes proyectos o tecnologías son sustentables. Ello implica ponderar si el agroecosistema intervenido logra ser productivamente suficiente, económicamente viable, ecológicamente adecuado y socialmente aceptable, es decir, si integra las tres dimensiones de la sustentabilidad: económica, social y ambiental (Smyth & Dumanski, 1994; Toro-Mujica, et al., 2011). Para responder a este desafío, frente a la insuficiencia de los procedimientos de evaluación convencionales, tales como el análisis costo-beneficio, se han desarrollado diferentes estrategias que adoptan el empleo de indicadores (Galván-Miyoshi, et al., 2008; Masera, et al., 1999). Dentro de estas estrategias, los marcos de evaluación de la sustentabilidad han sido reconocidos como una importante herramienta por superar las limitaciones de otras metodologías, en cuanto de manera flexible, establecen un vínculo entre el contenido teórico del concepto y su aplicación práctica, permitiendo guiar procesos de planificación y de toma de decisiones (Galván-Miyoshi, et al., 2008; Von Wirén-Lehr, 2001). Los marcos de evaluación emplean un enfoque sistémico de interpretación de los indicadores. No dan mayor énfasis a cuestiones ambientales o económicas, sino que buscan un equilibrio en la valoración de las dimensiones económica, social y ambiental. Resultan útiles tanto para la gestión organizacional y la evaluación de proyectos, como para la planificación y el control de políticas públicas, según sea el objeto de estudio y la escala de análisis (Toro-Mujica, et al., 2011).

Al respecto, en la literatura académica hay coincidencia en considerar que no existe un conjunto de indicadores universales que puedan ser utilizados en cualquier situación, sino que deben construirse y adaptarse al objeto de estudio, y ser adecuados para los objetivos propuestos (Galván-Miyoshi, et al., 2008; Toro-Mujica, et al., 2011). Puesto que la variedad de estructuras productivas, cada una con sus interacciones, relaciones sinérgicas y de complementariedad, dificultan la estandarización y requieren de un esfuerzo interdisciplinario e integrador para abordar los procesos ambientales y los fenómenos socioeconómicos (Toro-Mujica, et al., 2011). Uno de los marcos de evaluación es la metodología MESMIS (Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad), que tiene la particularidad de enfatizar la evaluación como un proceso adaptativo, de continuo aprendizaje y experimentación y de evaluación-acción-evaluación, aplicable a estudios de caso (Masera, et al., 1999). Este marco, desarrollado por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA A.C.) en México, desde 1995 ha tenido amplia difusión en universidades, centros de investigación y organizaciones dedicadas al desarrollo rural (Toro-Mujica, et al., 2011). El objetivo principal del MESMIS es brindar un marco metodológico para evaluar de forma participativa e interdisciplinaria, la sustentabilidad de diferentes sistemas de manejo de recursos naturales a escala de unidad productiva o comunidad, sobre la base de las siguientes premisas (Masera, et al., 1999, 2008), donde los ejes son el aprendizaje y la mejora continua:



- El concepto de sustentabilidad se define a partir de siete atributos generales de los agroecosistemas o sistemas de manejo: (a) productividad (capacidad del sistema para brindar el nivel requerido de bienes y servicios justificados en términos de relación costo-beneficio); (b) estabilidad (propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable para que la productividad no decaiga en el tiempo); (c) confiabilidad (capacidad del sistema de mantener su productividad o beneficios deseados con poca variabilidad, ante perturbaciones normales del ambiente); (d) resiliencia (capacidad del sistema de retomar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de sufrir perturbaciones graves); (e) adaptabilidad (capacidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir, de continuar siendo productivo o brindando beneficios ante cambios a largo plazo en el ambiente. Se refiere a la capacidad de respuesta, para hacer frente al cambio); (f) equidad (capacidad del sistema de distribuir de manera justa, tanto intra como inter generacionalmente, los beneficios y costos relacionados con el manejo del sistema y los recursos naturales), y (g) autodependencia o autogestión (capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior, incluyendo los procesos de organización y los mecanismos del sistema socioambiental para definir endógenamente sus propios objetivos, sus prioridades, su identidad y sus valores).
- La evaluación de sustentabilidad se lleva a cabo y es válida solamente para: (a) sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico y bajo un cierto contexto social y político; (b) una escala espacial (parcela, unidad de producción, comunidad o cuenca) previamente determinada, y (c) una escala temporal también previamente determinada. Toro-Mujica, et al. (2011) resaltan que este aspecto le confiere flexibilidad a la metodología, ya que permite su adaptación a distintos sistemas, a diferencia de otros métodos de evaluación.
- La sustentabilidad no puede evaluarse *per se*, sino de manera comparativa o relativa. Para esto existen dos vías: (a) comparar la evolución de un mismo sistema a través del tiempo (comparación longitudinal), o (b) comparar simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo o innovador con un sistema de referencia (comparación transversal).

Partiendo de estos atributos, el MESMIS propone un ciclo de evaluación organizado en pasos sucesivos que conducen a la integración ordenada de la información sobre el sistema a evaluar (López-Ridaura, Masera, & Astier, 2002):

Paso 1: Determinación del objeto de estudio en un tiempo.

Paso 2: Determinación de los puntos críticos necesarios a evaluar que condicionan la sustentabilidad (fortalezas y debilidades). En esta fase, a partir de los atributos de sustentabilidad, se derivan criterios de diagnóstico en un nivel más detallado, para vincular los puntos críticos identificados con los indicadores de sustentabilidad.

Paso 3: Selección de indicadores estratégicos que puedan describir un cambio de estado en esos aspectos del sistema que afecten los atributos de la sustentabilidad en cualquiera de sus dimensiones.

Paso 4: Medición y monitoreo de los indicadores, a través de la aplicación de métodos como encuestas, modelos de simulación, mediciones directas, visitas a campo, entrevistas, etc.

Paso 5: Presentación e integración de los resultados.



Paso 6: Conclusiones y recomendaciones de mejora de la sustentabilidad, para el posterior reinicio del proceso.

La evaluación de la sustentabilidad se realiza así en un proceso cíclico. Dado que su objetivo es fortalecer al mismo tiempo, tanto los sistemas de manejo como la metodología utilizada, pudiendo reemplazarse los indicadores en la medida que dejen de ser sensibles frente a la evolución del sistema. La fortaleza del MESMIS es que está en permanente construcción para dar respuesta práctica al problema metodológico de la sustentabilidad y favorecer el aprendizaje participativo (Masera, et al., 1999).

En una investigación desarrollada por Dogliotti et al. (2014) que aborda la co-innovación en producciones familiares del Uruguay, se procuró medir cambios en los sistemas productivos surgidos de aprendizajes de los agricultores y asesores técnicos como participantes principales. El estudio no aplicó el marco MESMIS, no obstante verificó la utilidad del empleo de indicadores. Por su parte, Albicete, et al. (2016) destacan la importancia de adoptar enfoques participativos como el marco MESMIS para garantizar los procesos de aprendizaje e incorporar las lecciones aprendidas durante la implementación de proyectos de innovación sustentable, que conllevan cambios en el conocimiento y las habilidades, el manejo de los recursos naturales y la creación de redes.

Estas cuestiones son clave para la evolución de los nichos tecnológicos. Si bien las transiciones llevan tiempo y tienen lugar dentro de sistemas complejos, el proceso comienza a desarrollarse y la evaluación debe apoyar y guiar este proceso (Williams & Robinson, 2020). En este orden de ideas, Luederitz et al. (2017) plantean en su esquema de evaluación de experimentos de transición hacia la sustentabilidad, la inclusión de preguntas evaluativas para reflejar en qué medida se fomenta el aprendizaje y la reflexión y qué resultados se generan en términos de eficiencia, de equidad, la adaptación, entre otros aspectos. Sin embargo, en su modelo no se explicita cómo practicar esa medición. De ahí que se propone el marco MESMIS, por sus características, para evaluar los resultados e impactos de los aprendizajes en nichos de innovación sustentable agropecuaria.

3. Procedimiento metodológico

Se realizó un estudio exploratorio-descriptivo bajo métodos cuali-cuantitativos (Hernández-Sampieri, et al., 2010). La investigación cualitativa empleó el método de estudios de caso, que resulta aplicable cuando se persigue entender fenómenos sociales complejos, pues tiene por objetivo vislumbrar las conductas sociales por medio de la observación en profundidad, ya sea de agrupaciones, de individuos concretos o de parte o partes de una organización (Yin, 1994). Se analizaron 10 EAPs (explotaciones agropecuarias) que tienen por actividad principal a la ganadería bovina y se encuentran vinculadas a la Agencia de Extensión INTA Bahía Blanca de la EEA Bordenave (BA), presentando diferente grado de progreso en el ámbito del nicho tecnológico sustentable de “Experimentación adaptativa local en Pasturas Perennes”. Para la construcción de los indicadores bajo la metodología MESMIS en este estudio transversal, se recurrió a revisión bibliográfica y de estudios empíricos. Los indicadores se derivaron para los atributos de la sustentabilidad: Productividad; Estabilidad y Confiabilidad; Adaptabilidad y Resiliencia; Equidad; y Autogestión, integrando procesos *top-down* y *bottom-up*, que se cumplieron en tres fases: arquitectura, calibración y validación del



modelo de indicadores. Es decir que en este trabajo se optó por no agrupar los indicadores por áreas de evaluación para las tres dimensiones de la sustentabilidad (social, económica y ambiental), ya que el MESMIS permite incorporar las propiedades emergentes de los agroecosistemas a partir de los atributos de la sustentabilidad, poniendo atención a la interacción dinámica entre factores socioeconómicos y ambientales (Galván-Miyoshi, et al., 2008).

Para el diseño de la propuesta inicial en la primera fase, se efectuó un diagnóstico de la situación actual del nicho, se seleccionaron puntos críticos a monitorear e indicadores representativos de los mismos en talleres periódicos interdisciplinarios realizados entre extensionistas del INTA e investigadores de la Universidad Nacional del Sur durante los meses de marzo a agosto de 2018. El modelo fue calibrado, en la segunda fase, en 3 casos testigo. La calibración dio lugar a ajustes en los indicadores y sus escalas de medición, a partir de la participación de los productores y de consultas a referentes calificados (dos extensionistas y un veterinario) que permitiesen resolver dificultades prácticas de obtención de datos, sin desmedro de la fiabilidad de los indicadores. Una vez ajustado el modelo, en la tercera fase, se aplicó a una muestra dirigida de 10 EAPs en el período noviembre de 2018 a mayo de 2019, seleccionadas por extensionistas promotores del nicho, quienes estuvieron a cargo de la recolección primaria de datos a través de entrevistas semi estructuradas, efectuadas a los dueños y/o responsables de la gestión rural. Estas se complementaron con visitas a campo y análisis de documental a los fines de triangulación. La duración total de estas actividades fue en promedio de dos a tres horas, en una misma jornada y se transcribieron en un cuaderno de campo.

Los indicadores de sustentabilidad se formularon contemplando los siguientes requisitos reconocidos en la literatura (Masera, et al., 1999): a) sirvan de auto-diagnóstico; b) sean sensibles a los cambios que enfrente el sistema; c) resulten claros y sencillos para su fácil interpretación; d) sean de fácil recolección, pero a su vez fiables; e) tengan fijada una meta.

Se seleccionaron indicadores tanto cuantitativos como cualitativos. En estos últimos se especificaron atributos descriptores y escala de medición a los fines de cuantificarlos (Scoconi, 2007). Las metas se establecieron tomando los valores que asumiría el sistema de AT y a los que deberían tender los sistemas de BT y TM en la transición tecnológica, sobre la base de documentos de INTA, estudios científicos y consulta a expertos. Los datos recogidos se trataron en una planilla de cálculo. En cada caso de estudio se normalizaron los datos crudos obtenidos, teniendo en cuenta el grado de logro respecto de la meta fijada para cada indicador, adoptando la meta el valor 1. Por lo tanto, cada indicador se cuantificó en el rango [0,1]. Luego, se calculó un valor promedio final a los efectos de calificar a modo orientativo la situación global de cada EAP, considerando igual peso relativo de todos los indicadores. No obstante, se complementó con el cálculo de promedios por punto crítico y atributo de la sustentabilidad para facilitar la integración de los resultados e identificación de acciones de mejora, dado que se partió del supuesto de sustentabilidad fuerte (Costanza & Daly, 1992). Estos valores promedio se compararon con los valores determinados en un trabajo previo de modelización de los sistemas tecnológicos coexistentes de BT, TM y AT (Scoconi, et al., 2019) ajustados en función de la calibración final del modelo (BTm, TMm y ATm). El

propósito fue encuadrar los casos analizados en dichas categorías de evolución tecnológica, obteniendo tres grupos de EAPs relevadas: BTr, TMr y ATr.

Posteriormente, se identificaron las brechas existentes en los atributos y en los puntos críticos, estableciendo una semaforización bajo la escala: verde [0%,25%], amarillo [26%,50%] y rojo [51%,100%] para reconocer dónde debería focalizarse el aprendizaje y la mejora continua del desempeño innovativo del nicho. Los resultados se expusieron e integraron en un gráfico radial AMEBA para visualizar la distancia ente la situación ideal y real de cada grupo de EAPs, por atributo y por puntos críticos.

4. Resultados y discusión

4.1. Propuesta de indicadores para valorar el desempeño innovativo del nicho “Experimentación adaptativa local en pasturas perennes”

Para construir los indicadores estratégicos a utilizar en la medición, siguiendo las etapas del MESMIS, se partió de una caracterización los sistemas BT, TM y AT (Lauric, et al., 2014) y se discutieron en talleres interdisciplinarios las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de aquellos que aún se encuentran en transición tecnológica (TM y BT). Surgieron así los criterios de diagnóstico y puntos críticos a monitorear en los atributos de sustentabilidad para avanzar hacia AT (Cuadro 1).

Cuadro 1. Criterios de diagnóstico y puntos críticos de control para los atributos de la sustentabilidad en sus tres dimensiones

Atributos de la sustentabilidad	Criterio diagnóstico de	Puntos críticos a monitorear	Área de evaluación
PRODUCTIVIDAD	Vulnerabilidad económico-financiera	Rendimiento	E
		Rentabilidad	E
ESTABILIDAD Y CONFIABILIDAD	Reducción del riesgo	Riesgo económico-productivo	E
		Riesgo ambiental	A
ADAPTABILIDAD Y RESILIENCIA	Competitividad con criterio ambiental	Continuidad en la actividad	E, S
		Especialización	E, S, A
		Capacitación	E, S, A
		Innovación	E, A
		Capacidad de organización productiva	E, A
EQUIDAD	Distribución de costos y beneficios	Compromiso con el Desarrollo local	S
		Absorción y difusión de la innovación	E, S, A
		Impacto ambiental	A
		Seguridad alimentaria	E, S
AUTOGESTIÓN	Participación, organización y autosuficiencia	Gestión administrativa	E, S
		Operatividad de las prácticas tecnológicas	E, A
		Articulación entre actores locales	S

Ref.: E: Dimensión Económica; S: Dimensión Social; A: Dimensión Ambiental

Fuente: Elaboración propia con base en (Scoponi, et al., 2019).



Reconocidos los puntos críticos, se propusieron indicadores que pudiesen reflejar un cambio de estado en los mismos. Luego de finalizadas las fases de diseño y calibración, el modelo quedó integrado por 51 medidas de desempeño que se exponen a continuación.

Cabe destacar que los indicadores seleccionados son propios del proceso de evaluación del cual forman parte, no pudiéndose extrapolar en forma inmediata y directa a otros sistemas (Galván-Miyoshi, et al., 2008; Toro-Mujica, et al., 2011).

Atributo Productividad

Factor crítico “Rendimiento”: Producción de carne ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$); % Preñez; % Destete; Sanidad (Atributos: a) Obligatoria; b) Revisación de toros; c) Tratamientos adicionales); Condición corporal (escala 1 a 5).

Factor crítico “Rentabilidad”: Contribución marginal (ingresos menos costos variables directos) ($\text{\$ ha}^{-1}$); Margen Bruto o Semi-neto (ingresos menos costos variables y fijos directos – ($\text{\$ ha}^{-1}$); Retorno sobre Activos; Rotación del Activo fijo específico.

Atributos Estabilidad y Confiabilidad

Factor crítico “Bajo riesgo económico-productivo”: % Campo natural; % Pasturas perennes; Ajuste EV (Equivalente vaca) oferta y demanda; Servicio estacionado; Acortamiento de lactancia; Reservas; Diversificación ganadera no relacionada a bovinos.

Factor crítico “Bajo riesgo ambiental”: % Suelo intervenido; % Cobertura del suelo; Análisis de suelo para diagnóstico de buenas prácticas; Presencia de forestación (Tizón, 2018, comunicación personal) (Atributos: a) Acceso; b) Casco; c) Lotes); Uso de agroquímicos y de productos veterinarios.

Atributos Adaptabilidad y Resiliencia

Factor crítico “Continuidad en la actividad”: Participación de ingresos extra prediales en la actividad agropecuaria cuando es la principal; Sucesión familiar (Atributos: a) Sucesión definida y explícita; b) Participación activa sucesores empresa; c) Remuneración al trabajo familiar; d) Evaluación dimensionamiento de la actividad s/n° sucesores).

Factor crítico “Especialización”: Grado de profesionalización en la gestión de la actividad (Atributos: a) Seguimiento de índices físicos y rendimientos; b) Uso de registros de ingresos/egresos e inventarios; c) Uso de presupuestos; d) Asesoramiento agronómico/veterinario fuera del obligatorio; e) Lectura y análisis de los mercados).

Factor crítico “Capacitación”: Alcance de la capacitación (Atributos: a) En producción animal; b) En aspectos comerciales; c) En sistemas de información, aspectos financieros y costos; d) En gestión ambiental y sustentabilidad).

Factor crítico “Innovación”: Inseminación artificial; Pastoreo rotativo; Genética de *frame* chico; Selección de terneras (Atributos: a) Control veterinario de selección; b) % fijo de reposición; c) Uso de toros de bajo peso al nacer); Suplementación estratégica; Gestión de la condición corporal.



Factor crítico “Capacidad de organización productiva”: Tacto (Atributos: a) Realización; b) Eliminación de vacas vacías); Planificación forrajera de mediano y largo plazo.

Atributo Equidad

Factor crítico “Compromiso con el Desarrollo local”: Aporte al empleo local (Atributos: a) Vive en el medio rural; b) Con colaboración local SOB externa o familiar); Condiciones laborales del personal (Atributos: a) Grado de permanencia; b) Vivienda; c) Registro laboral; d) Relación remuneración versus costo de vida; e) Comida; f) Ropa de trabajo y condiciones de seguridad e higiene; g) Posibilidad de realizar actividades en el predio/otros incentivos; h) Capacitaciones pagas; i) Conectividad); Condiciones de calidad de vida en el campo (Atributos: a) Vivienda; b) Electricidad; c) Conectividad; d) Gas/Calefacción; e) Acceso a agua potable); Tasa de interacción comercial con actores de Centros de Servicios Rurales.

Factor crítico “Absorción y Difusión de la innovación”: Gestión del conocimiento tácito (Atributos: a) Vínculo con organismos de extensión rural; b) Participación en grupos de productores para intercambio experiencias; c) Participación en instituciones intermedias/foros del sector; d) Apertura hacia la comunidad –“mostrar lo que se hace”-); Formas de adquisición del conocimiento (Atributos: a) Asesor privado/agronomías o veterinaria; b) Organismos de extensión rural; c) Imitación de prácticas de otros productores; d) Medios de difusión masiva (internet, TV, jornadas); e) Medios de aprendizaje colaborativo).

Factor crítico “Impacto ambiental”: Bienestar animal (Atributos: a) Disponibilidad de sombra; b) Instalaciones en buen estado; c) Cantidad suficiente de aguadas; d) Buenas prácticas de arreo; e) Comederos limpios y espaciosos; f) Disponibilidad adecuada de alimentos; g) Edad temprana de castración; h) Compromiso “fuera de la tranquera”); Biodiversidad – corredores biológicos (Tizón, 2018, comunicación personal) (Atributos: a) Reservas unidas por borde de alambrados; b) Corredor 2 m cruzando el campo; c) Borde de alambrado libre); Control de plagas (Atributos: a) Buenas Prácticas Agrícolas; b) Manejo integrado; c) Sin criterio definido); Intensidad de Emisiones Gases de Efecto Invernadero ($\text{kg.CO}_2\text{eq/KgPV}$ (peso vivo)) (Fernández-Rosso, et al., 2018); Gestión de residuos (Atributos: a) Clasificación en orgánicos y no orgánicos; b) Reutilización de residuos sin riesgo; c) Disposición final sin quema o bajo condiciones seguras; d) Conciencia ambiental – ordenamiento de residuos/preocupación por impacto ambiental-).

Factor crítico “Seguridad alimentaria”: Respeto de tiempos de carencia en la aplicación de productos fitosanitarios y veterinarios; Origen del alimento (conocido o no).

Atributo Autogestión

Factor crítico “Gestión administrativa”: Diversificación de canales comerciales; Planificación financiera (Atributos: a) Grado de anticipación y alcance de los rubros; b) Grado de ejecución; c) Grado en que el endeudamiento implica un obstáculo a la libre decisión); Grado de iniciativa (Relación proyectos ejecutados versus planteados).

Factor crítico “Operatividad de las prácticas tecnológicas”: Recorrida y seguimiento del sistema.



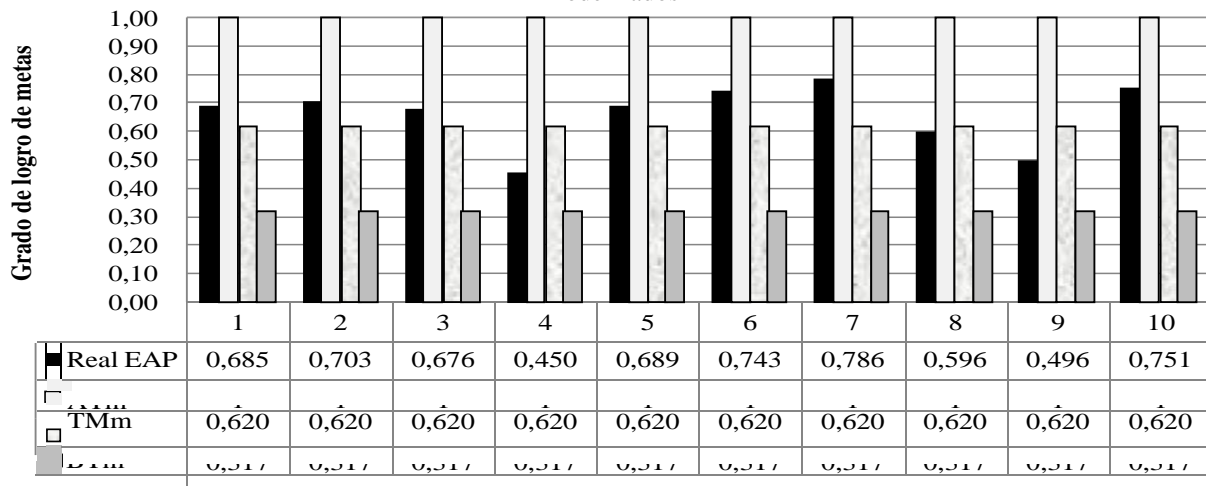
Factor crítico “Articulación entre actores locales”: Vínculo con otros actores locales para el desarrollo del tejido social (Atributos: a) Asociaciones culturales; b) Cooperativas; c) Otras asociaciones/organizaciones de la comunidad local; d) Instituciones educativas).

4.2. Resultados de la aplicación del modelo de indicadores propuesto

4.2.1. Caracterización de las EAPs bajo estudio

En el Gráfico 1 se presenta para las 10 EAPs analizadas, el grado promedio de logro de las metas asociadas a un desempeño sustentable innovativo de AT en el nicho “Experimentación adaptativa local en pasturas perennes”.

Gráfico 1. Grado de logro de metas (global) de EAPs relevadas versus sistemas AT, TM y BT modelizados



Fuente: Elaboración propia (2021).

Comparativamente, se exponen los valores globales promedio determinados en un trabajo previo de modelización de los sistemas tecnológicos coexistentes a partir de establecimientos representativos de BT, TM y AT (Scoconi, et al., 2019), que fueron ajustados en función de la calibración final del modelo (BTm: 0,317; TMm: 0,62; ATm: 1).

Se categorizó a las EAPs con valores entre 0,62 (TMm) y 0,75, como sistemas TMr, observándose en esta condición a las EAPs 1, 2, 3, 5 y 6. De las cuales, en primer término, la EAP 6 (0,743) y en segundo término, la EAP 2 (0,703) se encuentran en un estadio de evolución más orientado hacia AT. Mientras que la EAP 7 (0,786) y la EAP 10 (0,751) se identificaron como sistemas que ya han iniciado una fase de AT, categorizándolas como ATr. Finalmente, las EAPs 4, 8 y 9 con valores por debajo de 0,62, fueron encuadradas como sistemas BTr. En cuanto al grado de logro de metas hacia AT, todas superan el valor BTm: 0,317. Dentro de ese grupo, la EAP 8 (0,596) presenta mejor desempeño relativo. Para la caracterización expuesta, el resultado surgido del análisis cuantitativo global de los indicadores fue validado con un análisis cualitativo efectuado con extensionistas de INTA, sobre la base de documentos internos y observación a campo.

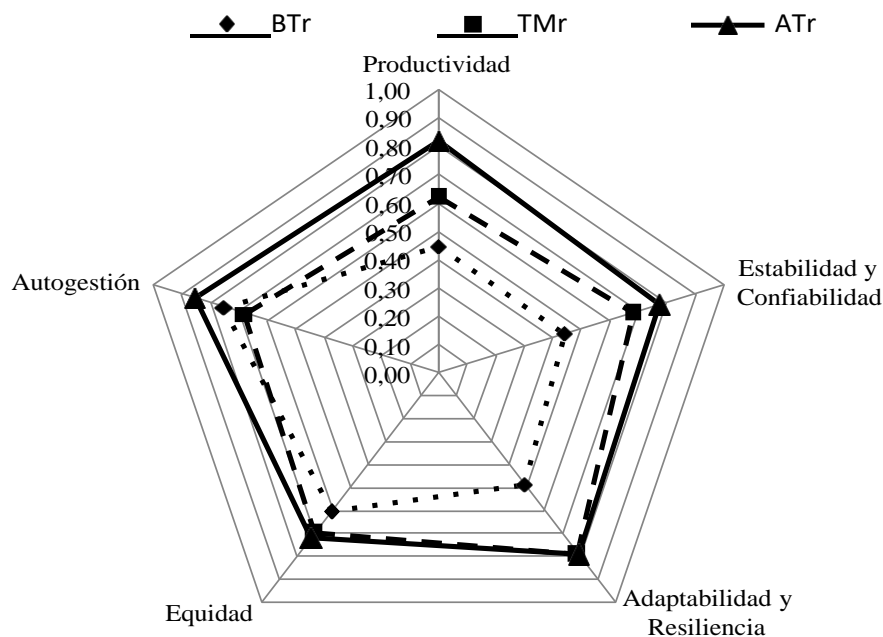


Sin embargo, la metodología MESMIS no procura arribar a un valor único de sustentabilidad, pues el verdadero objetivo de la evaluación es la identificación de fortalezas y debilidades surgidas de los aprendizajes que puedan orientar acciones de mejora continua hacia la sustentabilidad (Maser, et al., 1999). Por lo tanto, en la siguiente sección, se presentan para cada grupo de EAPs relevadas (ATr, TMr y BTr), las brechas identificadas para alcanzar las metas de AT, por atributo de la sustentabilidad y punto crítico dentro de cada atributo.

4.2.2. Diagnóstico de fortalezas y debilidades para mejorar el desempeño innovativo del nicho

El Gráfico 2 expone el grado de logro de metas de los sistemas BTr, TMr y ATr relevados por atributo de la sustentabilidad.

Gráfico 2. Grado de logro de metas de los sistemas BT, TM y AT relevados por atributo de la sustentabilidad.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Analizando las brechas respecto de un sistema AT modelo (ATm), se advierte que el grupo ATr logra en promedio progresos aceptables, que deberán continuar fortaleciéndose en los atributos Autogestión (-14,81%), Productividad (-18,27%), Estabilidad y Confiabilidad (-22,50%) y Adaptabilidad y Resiliencia (-20,73%), mientras que presentan menor desempeño global en Equidad (-28,05%). El grupo TMr evidencia mayores diferencias en Productividad (-38,11%), Estabilidad y Confiabilidad (-31,67%), Autogestión (-32,32%) y Equidad (-30,21%) y una menor brecha en Adaptabilidad y Resiliencia (-20,80%), similar a la del grupo ATr. Con lo cual, esta condición coloca al grupo TMr con posibilidades de cambio tecnológico, si bien resultan sistemas riesgosos. Mejoras en la productividad y en la estabilidad de los sistemas productivos de pequeños productores también fueron encontradas



en las investigaciones sobre procesos de co-innovación de Dogliotti et al. (2014) y Albicette et al. (2016). Por lo cual, se infiere que estos atributos presentan mayor sensibilidad de progreso cuando se logran incorporar nuevas prácticas como resultado de aprendizajes transformadores. Finalmente, el grupo BTr muestra debilidades, con brechas superiores a 50%, en los atributos de Productividad (-55,29%), Estabilidad y Confiabilidad (-55,83%) y Adaptabilidad y Resiliencia (-51,32%), que reflejan importantes limitantes a superar para lograr su evolución y continuidad. Presentan en cambio, menores diferencias en Equidad (-39,47%) y Autogestión (-24,85%). Este último atributo, que se asocia a la capacidad de auto-organización e independencia, se observa con mejor desempeño en el grupo BTr respecto del grupo TMr, lo cual confirma los esfuerzos de gestión que realizan estos productores para subsistir, identificados en otros estudios (Lauric, et al., 2016) y que no redundan en logros en los restantes atributos.

A los efectos de encontrar los puntos de apalancamiento donde accionar ajustes, en la Tabla 1 se presentan en forma comparativa, los resultados desagregados por puntos críticos de cada atributo de la sustentabilidad, que fueron hallados en los tres grupos de EAPs relevadas.

Tabla 1. Valoración comparativa del desempeño sustentable innovativo de los sistemas relevados.

Atributo	Puntos críticos	ATr n=2		TMr n= 5		BTr n=3	
		Brecha ATm	Frec. < 0,50	Brecha ATm	Frec. < 0,50	Brecha ATm	Frec. < 0,50
Productividad	Rendimiento	-0,21%	-	-16,97%	-	-36,42%	1
	Rentabilidad	-40,85%	-	-64,49%	4	-78,87%	3
Estabilidad y confiabilidad	Bajo riesgo económico-productivo	-10,72%	-	-27,14%	-	-57,14%	2
	Bajo riesgo ambiental	-39,00%	-	-38,00%	1	-54,00%	2
Adaptabilidad y resiliencia	Continuidad en la actividad	-34,38%	1	-36,25%	-	-20,83%	-
	Especialización	-55,00%	1	-38,00%	-	-70,00%	3
	Capacitación	-25,00%	-	-22,50%	1	-70,83%	3
	Innovación	-16,67%	-	-16,11%	-	-55,55%	2
	Capacidad de organización productiva	0,00%	-	-10,00%	-	-50,00%	-
Equidad	Compromiso con el Desarrollo local	-24,99%	-	-26,61%	-	-18,98%	-
	Absorción y Difusión de la innovación	-3,13%	-	-8,75%	-	-30,42%	-
	Impacto ambiental	-36,67%	-	-41,75%	-	-48,61%	1
	Seguridad alimentaria	-37,50%	-	-30,00%	-	-66,67%	1
Autogestión	Gestión administrativa	-44,44%	-	-36,67%	1	-53,70%	2
	Operatividad de las prácticas tecnológicas	0,00%	-	-10,00%	-	0,00%	-
	Articulación entre actores locales	0,00%	-	-50,00%	2	-20,83%	-

Ref.: ATm: Sistema Alta Tecnología modelizado; ATr: Sistemas Alta Tecnología relevados; TMr: Sistemas Tecnología Modal relevados; BTr: Sistemas Baja tecnología relevados; Frec.<0,50: cantidad de EAPs relevadas con valor promedio < 0,50 (aceptable).

Fuente: Elaboración propia (2021).



La Tabla 1 muestra las brechas respecto del sistema AT modelo (ATm) y la frecuencia de establecimientos de ATr, TMr y BTr que en cada punto crítico no alcanzan el valor 0,50, considerado aceptable. En el Gráfico 3 se integran los valores promedio de los puntos críticos de cada atributo para los tres grupos. Se observa en el grupo ATr como debilidad a superar en lo inmediato, un insuficiente grado de “especialización” (profesionalización), que estaría incidiendo en las alertas que se reflejan en “gestión administrativa” y “rentabilidad”, a pesar del buen desempeño obtenido en los puntos críticos “rendimiento” y “bajo riesgo económico productivo”. Se destaca el grado de logro en: “capacitación”, “innovación”, “capacidad de organización productiva”, “absorción y difusión de la innovación”, “compromiso con el desarrollo local”, “operatividad de prácticas tecnológicas” y “articulación entre actores locales”. En síntesis, este grupo presenta alertas en 7 de 16 puntos críticos (Tabla 1), pudiéndose advertir un desempeño innovativo general favorable.

Al analizar los tipos de resultados e impactos de los aprendizajes que indica la literatura (Beers, Van Mierlo, & Hoes, 2016; Van Mierlo & Beers, 2020), el grupo ATr refleja resultados positivos en el contenido de los aprendizajes, pues experimenta un alto grado de capacidad de adopción de soluciones innovadoras para tender a un sistema de ATm. Asimismo, este desempeño se acompaña de resultados e impactos relacionales también satisfactorios, según surge de la mayor articulación de vínculos con actores locales, productores y extensionistas, respecto de los otros grupos. Esto denota condiciones favorables para el desarrollo de capital social y el afianzamiento de las innovaciones dentro del nicho tecnológico que promuevan su progreso. En Equidad, la debilidad inicialmente advertida en la sección anterior para el grupo ATr, se focaliza en los puntos críticos “impacto ambiental” y “seguridad alimentaria”.

Respecto al grupo TMr, estos productores muestran mayoría de alertas, en 10 de 16 puntos críticos (Tabla 1), siendo la principal debilidad la “rentabilidad”, revelando la condición de sistemas vulnerables. En Autogestión, se observan EAPs con valores inferiores a 0,50 (aceptable), en los puntos críticos: “articulación entre actores locales” y “gestión administrativa”. En cuanto al riesgo advertido en el análisis inicial, al evaluar los puntos críticos, se reconoce a estos sistemas con mayor brecha en “riesgo ambiental” (-38%) que en “riesgo económico-productivo” (-27,14%).

Los logros alcanzados en “innovación” (indicadores de tecnologías de procesos) dentro de Adaptabilidad y Resiliencia, acercan a este grupo a las EAPs ATr en este atributo y reflejan una fortaleza a sostener para superar su vulnerabilidad y avanzar en la evolución del nicho, así como el grado de progreso en “capacitación” y “capacidad de organización productiva”. Por lo cual, si bien el grupo TMr muestra resultados de aprendizajes de tipo conceptual, ya que realiza esfuerzos por incorporar nuevas prácticas, no logra aún resultados relacionales de los aprendizajes para capitalizar de manera más profunda los nuevos conocimientos y generar impactos positivos en la dimensión social (Beers, Van Mierlo, & Hoes, 2016; Van Mierlo & Beers, 2020).

Finalmente, el grupo BTr presenta alertas en 15 de 16 puntos críticos (Tabla 1). De las debilidades identificadas en Productividad, Estabilidad y Confiabilidad y Adaptabilidad y Resiliencia, se observa en este último atributo mayor frecuencia de EAPs con valores inferiores a 0,50 (aceptable) en tres puntos críticos: “especialización”, “capacitación” e

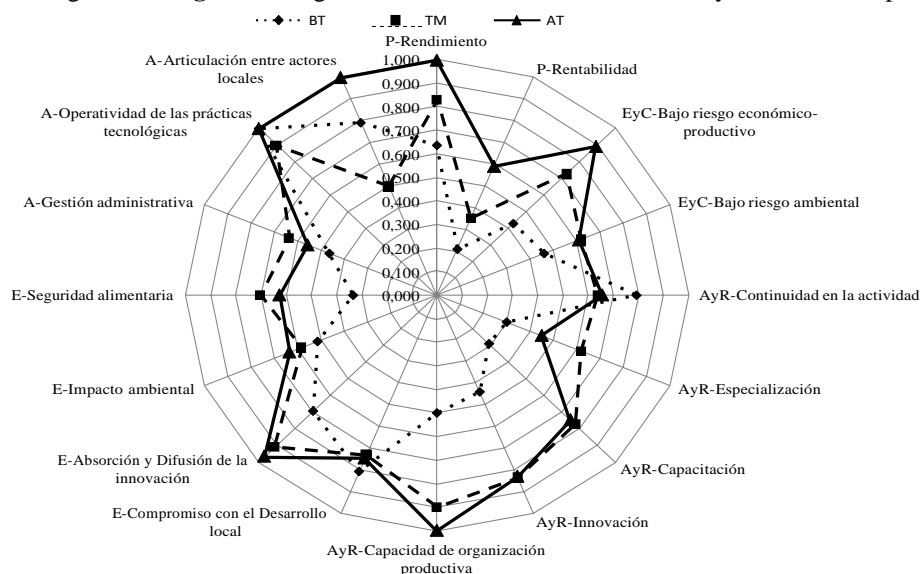


“innovación”. En Estabilidad y Confiabilidad, presentan un nivel global de riesgo superior al grupo TMr, pero a diferencia de éste, con mayor brecha en el riesgo económico-productivo (-57,14%) por sobre el ambiental (-54%). Esta condición puede obedecer a los problemas advertidos en los puntos críticos de la sección anterior, para la Adaptabilidad y Resiliencia, así como por la brecha existente en “gestión administrativa” dentro de Autogestión.

Sin embargo, en los restantes puntos críticos de este atributo: “operatividad de prácticas tecnológicas” y “articulación entre actores locales”, se observa mayor fortaleza respecto del grupo TMr. Otros aspectos positivos que permiten inferir perspectivas favorables para la evolución hacia AT se presentan en la “continuidad en la actividad” dentro del atributo Adaptabilidad y Resiliencia, y en el “compromiso con el desarrollo local” del atributo Equidad.

A diferencia del grupo TMr, los productores BTr evidencian un comportamiento opuesto en materia de resultados e impactos tanto conceptuales, como relacionales de los aprendizajes (Beers, Van Mierlo & Hoes, 2016; Van Mierlo & Beers, 2020). Puede inferirse que, respecto del grupo TMr, poseen mayor capacidad de articulación social por contar con una base de lazos generados, pero denotan menor capacidad de absorción de nuevos conocimientos y de experimentación de prácticas innovadoras. Presentan barreras culturales para el aprendizaje de doble bucle, pues no logran romper la inercia de sus rutinas tecnológicas (*path dependency*) (Ghosh, et al., 2020; Van Mierlo & Beers, 2020). Esto no se observa en los grupos ATr y TMr que muestran resultados conceptuales de los aprendizajes con mayor apertura a las innovaciones sustentables. Siendo que el proceso de aprendizaje es dinámico, un siguiente ciclo de evaluación del marco MESMIS posibilitará resolver las dificultades que plantea su medición, diagnósticar avances y planificar ajustes (Van de Veerdonk, 2021; Williams & Robinson, 2020).

Gráfico 3. Integración del grado de logro de metas de los sistemas BT, TM y AT relevados por puntos críticos.



Fuente: Elaboración propia (2021).



5. Consideraciones finales

El presente trabajo se ha propuesto evaluar el desempeño innovativo sustentable de pequeñas y medianas explotaciones ganaderas, producto del aprendizaje generado en las actividades de extensión rural dentro del nicho tecnológico “Experimentación adaptativa local en Pasturas Perennes”, que desde el año 2005 se encuentra en desarrollo en el SOB con el apoyo de la Agencia de Extensión Bahía Blanca del INTA. La medición y valoración de dichos aprendizajes se pudo realizar empleando la metodología MESMIS. Se seleccionó una muestra dirigida de 10 EAPs, identificando perfiles de evolución del nicho: grupo ATr (2 EAPs); grupo TMr (5 EAPs, 2 de ellas en un estadio de evolución hacia AT) y grupo BTr (3 EAPs). Se encontraron similitudes en los grupos ATr y TMr en el logro de metas de los indicadores de “innovación” relativos a tecnologías de procesos impulsadas en el nicho, dentro del atributo Adaptabilidad y Resiliencia. Esto refleja condiciones favorables para que las EAPs del grupo TMr alcancen sistemas de AT y se logre el progreso y consolidación del nicho. No obstante, resultará necesario fortalecer la profesionalización y competencias en gestión administrativa de los productores, así como el trabajo en red en pos de una mayor apertura, donde las articulaciones institucionales del territorio se visualizan como un elemento importante. En el atributo Equidad, se identificaron en todos los grupos brechas en condición de alerta (superiores a 26%) en los puntos críticos “impacto ambiental” y “seguridad alimentaria”, situación que puede condicionar avances en el desarrollo de un nicho de mercado que valore buenas prácticas con un sello regional.

Este estudio ha perseguido generar a través de indicadores comprensibles y prácticos, con fundamento teórico, un instrumento de medición adaptado a los agroecosistemas de la región semiárida del SOB, que permita la autoevaluación de las EAPs y la planificación de estrategias de apoyo del INTA para el desarrollo del nicho tecnológico. Constituye una primera etapa de investigación que confirmó la utilidad del marco MESMIS para valorar resultados de aprendizajes dentro de un nicho en un país en desarrollo y retroalimentar las actividades de extensión rural, mediante la identificación de debilidades y fortalezas de las EAPs asistidas. Se observó que el MESMIS no sólo puede utilizarse como un modelo para diagnosticar el grado de sustentabilidad de un agroecosistema, sino que por la naturaleza de su concepción, permite apoyar la gestión iterativa y exploratoria de innovaciones sustentables para darles direccionalidad. Se procuró contribuir a ampliar las investigaciones sobre esquemas de evaluación de experimentos de transición aplicables a nichos de innovaciones agropecuarias, considerando los aportes que pueden brindar los marcos de evaluación de la sustentabilidad integrados a las teorías de transiciones sostenibles. Luego de esta etapa descriptiva, se plantea continuar con la identificación de las capacidades de las EAPs que pudieron haber sido fundamentales para obtener resultados heterogéneos a través de QCA (*Qualitative Comparative Analysis*). En futuras investigaciones se podrá ampliar el número de EAPs con fines predictivos, profundizar el conocimiento de la inclusión institucional de diferentes tipos de actores mediante Análisis de Redes Sociales y realizar estudios longitudinales de sucesivos ciclos de evaluación.



Referências

- Albicette, M. M., Leoni, C., Ruggia, A., Bortagaray, I., Scarlato, M., Scarlato, S., & Aguerre, V. (2016). Applying the Participatory Impact Pathway Analysis (PIPA) approach to enhance co-innovation for sustainability within livestock family farming in Uruguay. In: *XII European IFSA Symposium, Shropshire, UK* (12-15).
- Anlló, G., Bisang, R., & Katz, J. (2015). *Aprendiendo con el agro argentino. De la ventaja comparativa a la ventaja competitiva. El rol de las KIBs*. Documento para Discusión N° IDB-DP-379. Instituciones para el Desarrollo. División Competitividad e Innovación. Santiago de Chile: BID. Disponible en: <https://publications.iadb.org/es/aprendiendo-con-el-agro-argentino-de-la-ventaja-comparativa-la-ventaja-competitiva-el-rol-de-las> Acceso en: 15 Abr. 2021.
- Argyris, C., & Schön, D. (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*. Reading, MA: Addison Wesley.
- Barbosa Côrtes de Castro, B. B., Oliveira Pereira, M.M., Rodrigues Antunes, L.G., Antonialli, L.G. & Ferreira, M.C. (2019). Inovação Ambiental em Laticínios segundo seus Gestores: Um Estudo na Região do Alto Paranaíba. *Revista de Administração, Sociedade e Inovação*, 5(3), 38-54. <https://doi.org/10.20401/rasi.5.3.291>
- Beers, P. J., Van Mierlo, B., & Hoes, A. C. (2016). Toward an integrative perspective on social learning in system innovation initiatives. *Ecology and Society*, 21(1). <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08148-210133>
- Costanza, R., & Daly, H.E. (1992). Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology*, 6, 37-46. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1992.610037.x>
- Dogliotti, S., García, M. C., Peluffo, S., Dieste, J. P., Pedemonte, A. J., Bacigalupe, G. F., et al. (2014). Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agricultural Systems*, 126, 76-86. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.02.009>
- Fernández-Rosso, C., Lauric, A., De Leo, G., Bilotto, F., Torres-Carbonell, C., & Machado, C.F. (2018). Modelación productiva, económica y emisión de metano en sistemas de cría vacuna de Bahía Blanca y Coronel Rosales. *RIA*, 44 (2), 129-135.
- Fundamentos Ley N° 13.647/2007, Argentina. (2007). *Fundamentos de la Ley 13.647*. La Plata, Pcia. Buenos Aires. Disponible en; <https://intranet.hcdiputados-ba.gov.ar/refleg/f13647.html>. Acceso en: 15 Abr. 2021.
- Galván-Miyoshi, Y., Masera, O., & López-Ridaura, S. (2008). Las evaluaciones de sustentabilidad. En: Astier, M., Masera, O., & Galván-Miyoshi, Y. (Coords.) *Evaluación de la Sustentabilidad*. Un enfoque dinámico y multidimensional, 41-55. Valencia: SEAE-CIGA-ECOSUR-CIEco-UNAM-GIRA-MundiPrensa-Fund. Agric. Ecol. y Sustentable de España.
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and case-study. *Research Policy*, 31(8/9), 1257-74. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)



Geels, F.W. (2004). From sectorial systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33, 897–920. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>

Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Environmental innovation and societal transitions*, 1(1), 24-40. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>

Ghosh, B., Kivimaa, P., Ramírez, M., Schot, J., & Torrens, J. (2020). Alcances transformadores: evaluación y reorientación de la experimentación con la política de innovación transformativa (TIPCWP 2020-02). Disponible en: <https://www.tipconsortium.net/wp-content/uploads/2020/11/Alcances-Transformativos-TIPC-Espanol.pdf> Acceso en: 15 de abril 2021.

Gudynas, E. (2003). *Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible*. Montevideo: Coscoroba.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. 5ª ed., México D.F.: McGrawHill.

Hoogma, R., Kemp, R., Schot, J., & Truffer, B. (2002). *Experimenting for sustainable transport: the approach of strategic niche management*. New York: Spon Press.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura- IICA (2014). *La innovación en la agricultura. Un proceso clave para el desarrollo sostenible*. IICA, 20p. Disponible en: <http://repositorio.iica.int/handle/11324/2607>. Acceso en: 20 de Mar. 2021.

Katz, J. (1972). *Importación de tecnología, aprendizaje local y industrialización dependiente*. México: Fondo de Cultura Económica.

Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (1998), Regime Shifts to Sustainability through Processes of Niche Formation: The Approach of Strategic Niche Management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10, 175-198. <https://doi.org/10.1080/09537329808524310>

Lauric, A., De Leo, G., & Torres-Carbonell, C. (2014). *Fortalecimiento de la adopción de tecnologías sustentables en explotaciones agropecuarias extensivas de ambientes semiáridos a través de la organización de un sistema de extensión intergrupala e interinstitucional*. Período 2012-2015 (Documento técnico). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Bordenave, Agencia de Extensión Rural Bahía Blanca, Argentina.

Lauric, A., De Leo, G., & Torres-Carbonell, C. (2016). *Sistemas productivos reales, incorporación de tecnologías estratégicas dentro de un marco de Extensión y su impacto sobre los indicadores dentro de Bahía Blanca y Cnel. Rosales* (Documento técnico). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Bordenave, Agencia de Extensión Rural Bahía Blanca, Argentina.

Lauric, A., De Leo, G., & Torres-Carbonell, C. (2019). *Sistematización de las intervenciones de Extensión en establecimientos rurales de producción extensiva de Bahía Blanca y Coronel*



Rosales período 2005-2019. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Bordenave, Agencia de Extensión Rural Bahía Blanca, Argentina.

Loorbach D., & Rotmans J. (2006). Managing Transitions for Sustainable Development. In: Olsthoorn X. & Wieczorek A. (Eds.) *Understanding Industrial Transformation. Environment & Policy*, p. 187-186. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/1-4020-4418-6_10.

López-Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. (2002). Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems: The MESMIS framework. *Ecological Indicators*, 2, 135-148. [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2)

Luederitz, C., Schöpke, N., Wiek, A., Lang, D. J., Bergmann, M., Bos, J. J., et al. (2017). Learning through evaluation – a tentative evaluative scheme for sustainability transition experiments. *Journal of Cleaner Production*, 169, 61-76. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.005>

Masera, O., Astier, R., & López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El Marco MESMIS*. México D.F.: GIRA AC/Mundi Prensa/PUMA.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2017). *Adaptación de la agricultura al cambio climático* (Documento Técnico). Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/backgroundnotes/webposting_SP.pdf. Acceso 15 jul. 2019.

Rip, A., & Kemp, R. (1998). *Technological change*. In: Rayner, S., Malone, E. L. (Eds.), *Human Choices and Climate Change*. Resources and Technology, Ohio: Battelle, Columbus.

Schot, J., & Geels, F. (2008). Strategic niche management and sustainable innovation journeys: theory, findings, research agenda, and policy. *Technology Analysis and Strategic Management*, 20 (5), 537-554. <https://doi.org/10.1080/09537320802292651>

Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554-1567. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.011>

Scoconi, L. (2007). *Matriz de Desempeño Sustentable: una metodología alternativa para medir y valorar la sustentabilidad de la empresa agropecuaria*. Tesis de Maestría en Administración. Dpto. de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur.

Scoconi, L., Lauric, A., De Leo, G., Piñero, V., Carbonell, C. T., Nori, M., Cordisco, M., & Casarsa, F. (2019). Control de gestión, sustentabilidad y cambio climático: evaluación del desempeño innovativo en PyMEs ganaderas argentinas. *Custos e @gronegocio*, 15(2), 254-285.

- Seoane, M. V., & Marín, A. (2017). Transiciones hacia una agricultura sostenible: el nicho de la apicultura orgánica en una cooperativa Argentina. *Mundo Agrario*, 18(37), e049. <https://doi.org/10.24215/15155994e049>
- Smith, A., Stirling, A., & Berkhout, F. (2005). The governance of sustainable socio-technical transitions. *Research Policy*, 34, 1491–1510. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.07.005>
- Smith, A., Voß, J. P., & Grin, J. (2010). Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39, 435–448. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.023>
- Smith, A. (2012). Traduciendo sustentabilidades entre nichos tecnológicos y regímenes socio-técnicos. En: Thomas, H., Fressollo, M., & Santos, G. (Eds.), *Tecnología, Desarrollo y Democracia* 153-189. CABA: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación Argentina.
- Smyth, A. J., & Dumanski, J. (1994). *Feslm: An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management*. World Soil Resources Report, 73. Roma: FAO.
- Stam, K., Van Ewijk, E., & Chan, P. W. (2023). How does learning drive sustainability transitions? Perspectives, problems and prospects from a systematic literature review. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 48, Article 100734. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2023.100734>
- Toro-Mujica, P., García, A., Gómez-Castro, A.G., Perea, J., Acero, R., & Rodríguez-Estévez, V. (2011). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Arch. Zootec.*, 60(R), 15-39. <https://doi.org/10.21071/az.v60i232.4914>
- Torres-Carbonell, C. (2014). *Impacto del cambio climático global sobre las precipitaciones del sudoeste bonaerense semiárido y su efecto sobre el riesgo de sistemas ganaderos con distinto grado de adopción de tecnología*. Tesis de Doctorado en Agronomía, Dpto. Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, BA, Argentina: UNS.
- Van de Veerdonk, M. M. A. (2021). *How is knowledge diffusion and learning taking place in the regional energy transition? Framework development and case study analysis of two energy regions in Noord-Brabant*. Master of Science in Innovation Sciences, Eindhoven, University of Technology. Disponible en: <https://research.tue.nl/en/studentTheses/how-is-knowledge-diffusion-and-learning-taking-place-in-the-regio> Acceso en: 10 de noviembre 2022.
- Van Mierlo, B., & Beers, P. (2020). Understanding and governing learning in sustainability transitions: A review. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 255-269. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.08.002>
- Van Mierlo, B., Halbe, J., Beers, P. J., Scholz, G., & Vinke-de Kruijf, J. (2020). Learning about learning in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 251–254. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.11.001>



Van Poeck, K., Östman, L., & Block, T. (2020). Opening up the black box of learning-by-doing in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 298–310.<https://doi.org/10.1016/j.eist.2018.12.006>

Von Wirén-Lehr, S. (2001). Sustainability in agriculture-an evaluation of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practice. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 84,115-129.[http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00197-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00197-3)

Williams, S., & Robinson, J. (2020). Measuring sustainability: An evaluation framework for sustainability transition experiments. *Environmental Science & Policy*, 103, 58-66.<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.012>

Yin, R. K. (1994). *Case Study Research*. Thousand Oaks: Sage Publications.