

Transiciones tecnológicas para un futuro sostenible del sistema agroindustrial de la provincia de Entre Ríos, Argentina

Autores: Valentinuz, Oscar Rodolfo*; Siede, Marío; Caviglia, Octavio; Seiler, Cristhian

Contacto: *valentinuz.oscar@gmail.com

País: Argentina

Resumen

El camino hacia un futuro sostenible del Sistema Agroindustrial para la provincia de Entre Ríos (SAI-ER) requiere armonizar aspectos productivos, ambientales y sociales como contribución a los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) 2030. Este trabajo analiza los principales desafíos de innovación/tecnología que enfrenta la producción primaria entrerriana para un futuro sostenible usando un enfoque multinivel. Basado en un estudio previo de prospectiva que culminó con la narrativa de cinco escenarios 2030 para el SAI-ER (construidos por la metodología de arquetipos), se seleccionó uno de los escenarios (escenario de transición narrado bajo el título de “metamorfosis”) y se describieron las innovaciones orientadas a cerrar la brecha entre el escenario futuro y el presente en diferentes niveles (nicho, régimen y paisaje). En términos productivos, aspectos relacionados con la agricultura digital, la intensificación sostenible y la diversificación de la producción primaria representan las innovaciones a nivel de nicho con posibilidades de ser parte de una serie de prácticas agrícolas que marcarían la trayectoria y adopción incremental de las innovaciones a nivel de régimen (incluidas en el concepto de buenas prácticas agrícolas, BPA). Sin embargo, la suerte de la BPA para transformar el paisaje (en un escenario 2030) se halla limitada por las principales tendencias que definen el actual escenario tales como la maximización de la rentabilidad, la alta y creciente proporción de la producción en tierras arrendadas sobre una base de contrato anual, y la declinante capacidad del Estado para consensuar y ejecutar políticas que contemplen en tanto incentivos como regulaciones.

1. Introducción

La forma de producción de alimentos se encuentra en el centro de los objetivos del desarrollo sostenible. Con una población estimada en 9 mil M de habitante en el 2050 (Rockström et al., 2017), la necesidad de mantener los bosques, montes y humedales ante la pérdida de superficie agrícola por el incremento de las áreas urbanizadas (Simkin et al., 2022) es una prioridad global. Diferentes estimaciones muestran que la producción agrícola en el mundo debe crecer en un 70-110% para compensar el incremento en la demanda de alimentos de origen vegetal y animal hacia el 2050 (Alexandratos y Bruinsma, 2012; Tilman et al., 2011). Esto sugiere que el actual sistema global de producción extensiva de cultivos y forrajes debe avanzar en una transición hacia sistemas mejorados o alternativos compatibles con la producción sostenible y el desarrollo rural (Brunori et al., 2013). En ese sentido, los ODS's más ligados al sistema alimentario constituyen un interesante punto inicial para analizar transiciones que tanto la producción como la industrialización de alimentos (en adelante mencionado como sistema agroindustrial, SA) a escala nacional y provincial deberían experimentar para avanzar hacia un futuro rural sostenible. Para ello, es necesario tener una visión de futuro que, más allá del marco conceptual de aquellos ODS's, contemple las peculiaridades y singularidades que presentan los SA locales a nivel nacional y provincial (Schwoob et al., 2018).

La transición hacia una producción de alimentos sostenible implica transformaciones enmarcadas en una mirada hacia el futuro. El uso de la prospectiva –una aproximación que abarca un rango amplio de metodologías para investigar el futuro- es propuesta como una estrategia efectiva para abordar la creciente complejidad asociadas a los sistemas que se estudian. Los estudios de prospectiva han sido usados en diferentes campos tales como la energía, el cambio climático, la urbanización y escalas (Hickman et al., 2011; de Paula Dias, et al., 2016; Jiang et al., 2018) entre otros. En todos estos estudios, las transiciones son propuestas con un nivel de horizonte y contexto geográfico que requieren definiciones y transformaciones inherentes a decisiones de políticas públicas tomadas en el marco de escenarios basados en tendencias e incertidumbres.

Cuando prevalecen las tendencias, los escenarios futuros son denominados tendenciales y guardan relación con estudios que caen en el ámbito de los modelos de la predicción, perspectivas y pronósticos. En los escenarios tendenciales, las fuerzas impulsoras (FI) predominantes son las tendencias que tienden a perpetuar la trayectoria hacia un escenario que puede ser deseado o no deseado. En el caso de los sistemas agroindustriales, las tendencias operan como fuerzas impulsoras hacia un escenario cuestionado a nivel global (Patrouilleau et al., 2012). En este escenario, el comercio de internacional de granos, las corporaciones del agro-negocio y empresas alimenticias determinan lo que los productores agropecuarios producen y cómo el valor es agregado en una específica región geográfica. A diferencia del escenario tendencial, los escenarios futuros y deseables suelen ser múltiples, variados y sujetos a diversas incertidumbres y las fuerzas impulsoras asociadas. En ellos, las transiciones incluyen las dimensiones productivas, ambientales y socio-técnicas que configuran una imagen de futuro compleja y deseable. Para el sistema agroalimentario, cada uno de los pasos de un estudio prospectivo (i. identificación del foco de estudio, horizonte temporal y geografía; ii. elaboración del diagnóstico; iii. identificación de las fuerzas impulsoras; iv. construcción de escenario y v. plan de acción) ayudan a identificar tanto los principales desafíos de la transición como aquellos espacios para innovaciones tecnológicas, organizacionales e institucionales (Titttonell, 2019).

La producción de alimentos en Argentina se asume como un sistema agroindustrial y agroalimentario con epicentro en la Pampa Húmeda (Patrouilleau et al., 2012) y sujeto a las reglas internacionales del mercado de granos y “commodities”. Para la Argentina, cuatro escenarios de futuros posibles fueron identificados por Patrouilleau et al. (2012) en un ejercicio de prospectiva llevado a cabo por el INTA. A partir de allí, otros ejercicios fueron realizados a nivel de provincia, instituciones, localidades y cadenas productivas (Valentinuz et al., 2022; Siede et al., 2022; Patrouilleau, 2017; Vitale et al., 2016; Vitale et al., 2022, Brieva y Costa, 2014).

En países de grandes dimensiones territoriales y extensas superficies de pradera fértiles tales como Australia, Argentina, Canadá y Estados Unidos, la importancia de la producción primaria dentro de las economías nacionales guarda estrecha relación con el desarrollo industrial ocurrido durante el siglo XIX (Ferrer, 2012). Desde fines del siglo XIX y principios del siglo XX, Argentina se incorporó al mercado mundial de cereales y carnes exportando una proporción mayoritaria de su producción primaria. Por otra parte, la industrialización de la producción primaria en Argentina estuvo asociada a un rápido establecimiento de molinos y frigoríficos impulsado por un grupo de empresas líderes mundiales en las transacciones de granos y carnes, un incipiente sistema cooperativo y un grupo de inmigrantes emprendedores. Esto ocurrió en la región más fértil del país conocida como “Pampa Húmeda” (una superficie de aproximadamente 60 M de hectáreas) y fue acompañado por innovaciones tecnológicas que impactaron en el paisaje de las principales provincias pampeanas (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos). Entre aquellas innovaciones tecno-

lógicas se destacan el uso de alambrado, la mecanización para el laboreo, siembra y cosecha de cereales y oleaginosas y el control químico de insectos y malezas.

A fines del siglo XX y durante la primera década del siglo XXI, un formidable proceso de innovación determinó un nuevo ciclo de expansión de la agricultura de la mano de la habilitación de nuevas tierras y aumento de la productividad en base al mejoramiento genético y tecnología de cultivos (Valentinuz, 2018). Así, productores, empresas agropecuarias, proveedores de insumos, profesionales, instituciones, agroindustrias, y políticas públicas alcanzaron un nivel de integración que contribuyó al crecimiento y desarrollo del SA a partir de dos innovaciones tecnológicas: la siembra directa y las variedades de soja transgénicas resistente al herbicida glifosato (Tittonell, 2019). Como resultado de lo anterior, surgió una nueva configuración del SA caracterizada por i) la concentración en la provisión de insumos y el acopio, industrialización y exportación de granos, harinas y aceites, ii) la creciente “commoditización” de la producción, iii) la aparición de una agricultura basada en el alto uso de insumos, la escala, el servicio subsidiario, el gerente, el mercado (conocida como agro-negocio), y iv) el ingreso de las tecnologías digitales y biotecnología en el proceso productivo (Patrouilleau et al., 2012). Asimismo, esta nueva configuración del SA ha dado como resultado una creciente tensión entre producción y ambiente donde la protesta social surge como resultado de una mayor valoración del ambiente y la salud humana por parte de la sociedad.

A partir de lo contextualizado en párrafos anteriores, este trabajo aborda los principales desafíos de innovación/tecnología que enfrenta la producción primaria como parte esencial del sistema agroindustrial en la Provincia de Entre Ríos (SAI-ER). Entre Ríos es una de las 23 provincias de Argentina con una población cercana a 1.5 millón de habitantes y una superficie de aproximadamente 7 millones de hectáreas. La producción primaria guarda relación con los diferentes ambientes productivos, la población rural-urbana e historia inmigratoria- colonizadora que resultan en más de 30 cadenas que sostienen el total de su actividad económica. Una proporción mayoritaria de ellas ha sido resultado del progreso en las producciones agrícolas y ganaderas durante los siglos XIX y XX, donde una combinación de procesos de inmigración, colonización, mecanización e industrialización de la producción primaria, modeló del paisaje entrerriano (Valentinuz, 2018). En los últimos 20 años, el predominio del cultivo de soja en detrimento de otros considerados claves para sostener los ciclos biológicos que garantizan la calidad física, química y biológica de los suelos, generó nuevos desafíos en términos de ambiente y sociedad (Donatti, 2010). Así, la búsqueda de alta rentabilidad en base a una agricultura fuertemente influenciada por la lógica del agro-negocio se traduce en disputas productivas-ambientales con epicentro en los espacios geográficos de borde (áreas periurbanas) y en el mismo territorio rural, con afectación tanto a pobladores y escuelas rurales como la población de las numerosas localidades entrerrianas (Valentinuz, 2018). Con una población rural en la provincia cercana al 20%, la implementación de un modelo agroindustrial con agregado de valor local capaz de combinar el crecimiento económico con altos niveles de empleo y arraigo rural representa una síntesis de las aspiraciones de actores públicos y privados. En ese sentido, transitar hacia una producción sustentable en el contexto dominado por el agro-negocio y ante la necesidad de avanzar con acciones concretas para alcanzar los ODS's requiere una serie de innovaciones adaptadas a las especificidades del sistema agroindustrial de la provincia de Entre Ríos (SAI-ER) y sus posibles trayectorias de desarrollo tecnológico (Siede et al., 2022).

Una innovación, definida como la puesta en práctica de una idea nueva que mejora la vida de quienes viven en un área geográfica (Nederlof et al., 2011), está sujeta a las decisiones de actores inmersos en un sistema socio técnico en distintos niveles. De acuerdo al enfoque multinivel propuesto por Geels (2002, 2018),

la trayectoria tecnológica de una innovación resulta de complejas interacciones de procesos que ocurren dentro y entre tres regímenes o niveles socio-técnicos interconectados i) régimen o nivel medio, ii) nicho o nivel micro y iii) paisaje o nivel macro (Gaitán-Cremaschi et al., 2018). En cada nivel, Geels (2002) utiliza el concepto de socio-técnico, como un medio para valorar los grados de presión ante los cambios (Dumont et al., 2016). Así, el paisaje es el nivel más estable dado que los actores tienen poca o nula influencia sobre el mismo y está formado por factores externos que cambian lentamente y proporcionan gradientes para los senderos de transición mientras que el nicho es el nivel más inestable y está explicado principalmente por la generación y desarrollo de tecnología con potencial para la innovación que pueden prosperar (anclar) o en el régimen (Tittonell, 2019). El régimen, entre el paisaje y el nicho, es un nivel relativamente estable donde los cambios son frenados por relaciones de dependencia o bloqueos (Geels, 2011). El régimen contribuye a estabilizar trayectorias tecnológicas a través de regulaciones y estándares, estilo de vida, demandas del mercado, otras tecnologías, inversiones, etc. (Tittonell, 2019). La transición tecnológica surge de la interacción en estos tres niveles socio-técnicos.

En base a un ejercicio de prospectiva que incluyó la participación de distintos actores del SAI-ER donde se construyeron escenarios al año 2030 (Vitale et al., 2022), este trabajo analiza los principales desafíos de innovación que enfrenta la producción primaria entrerriana para un futuro sostenible usando el enfoque multinivel.

2. Metodología

La base de este trabajo yace en un estudio de prospectiva participativa llevado a cabo entre los años 2018 y 2022 y liderado por un equipo ejecutivo con experticia en ciencias agrarias y ciencias políticas y sociales. Brevemente, una serie de talleres con la participación de actores vinculados al SAI-ER (sector productivo primario, empresas procesadoras, cámaras empresariales, academia y Estado provincial) se llevó a cabo siguiendo los pasos indicados por Shoemaker (1993, 1995) para la construcción de escenarios y por Schwoob (2016) para la definición de un plan de acción. A partir de las primeras definiciones sobre el foco de estudio (la sostenibilidad del SAI-ER), la dimensión geográfica (la provincia de Entre Ríos) y el horizonte temporal (año 2030) se culminó con la narrativa de los cinco escenarios que resultan del método de arquetipos i) continuidad, ii) colapso, iii) nuevo equilibrio, iv) transformación, y v) aspiracional (Vitale et al., 2022, Valentinuz et al., 2022). A partir de las narrativas y fuerzas impulsoras determinantes de los escenarios i) y iv), el equipo ejecutivo avanzó en aquellas innovaciones socio-técnicas valoradas como claves en la transición entre ambos escenarios (Tabla 1) y analizó la dinámica de ellas dentro y entre los niveles socio-técnicos de régimen (meso-nivel), nicho (micro-nivel) y paisaje (macro-nivel) propuestos propuestos por Geels (2002) en su enfoque multinivel. Este enfoque asume que las transiciones emergen a partir de interacciones complejas entre procesos que ocurren en los diferentes niveles (Gaitán-Cremaschi et al. 2019).

TABLA 1. Narrativas de los escenarios de continuidad y transformación para el Sistema Agroindustrial de la Provincia de Entre Ríos en 2030

Continuidad	Transformación
<p>El SAI-ER al año 2030 está enmarcado en episodios extremos más frecuentes (sequías, inundaciones, fuertes vientos, etc.) acompañado de ausencia de políticas públicas propositivas específicamente para el ordenamiento territorial. La infraestructura debilitada resulta insuficiente para promover la calidad de vida y el arraigo, así como permitir la identificación y adopción de nuevas tecnologías que siguen condicionadas por el corto plazo. Un escenario de continuidad donde las fuerzas impulsoras tienen una connotación negativa o neutra indudablemente tienden a acercar un contexto de colapso.</p>	<p>El SAI-ER al año 2030 está caracterizado por un fuerte progreso en la sustentabilidad de la producción, el ordenamiento territorial y las políticas públicas gestadas desde propios actores del sistema. Incluye un nuevo nivel de adopción en las BPA, diversificación de la producción primaria con agregado de valor local, y la aplicación plena de las leyes de suelo agroquímicos y bosque y nueva legislación (ej. Ley de arrendamientos) basada en la participación de organizaciones y con base científica. En términos de resiliencia se observa una fuerte recuperación de los ciclos biológicos y un avance en la integración e inclusión de las nuevas generaciones en la empresa familiar con la posibilidad de agregar valor en forma individual o integrada (protocolo de empresas familiares). En términos ambientales, se logra una amplia concientización de las comunidades con respecto al valor de los servicios ecosistémicos brindados tanto por montes nativos y como cultivados. Así, la ampliación de área protegidas o de conservación, la penalización del desmonte clandestino, el uso racional del monte nativo para ganadería extensiva y la obligatoriedad de forestar un porcentaje de la superficie de las empresas agropecuarias son acciones que gozan de amplio apoyo y consenso social. Los diversos actores valoran las acciones colectivas y se organizan en distintas figuras jurídicas basadas en la representatividad, la participación, el compromiso y el espíritu cooperativo con la consecuente contribución en la gobernanza del territorio. Las organizaciones de ciencia, tecnología e innovación priorizan estudios y acciones de carácter multidisciplinario e interinstitucional donde la adopción/apropiación constituye un indicador clave. Asimismo, mediante el uso de base de datos y nuevos estudios se alcanza una caracterización minuciosa de la producción en términos de escalas, segmentos y diversidad para la implementación y ejecución exitosa de políticas focalizadas. Por otro lado, la información técnica generada es discutida con las organizaciones en ámbitos académicos-productivos para la generación de normativas basadas en ciencia y con garantía de vigencia y operatividad. La situación se completa con una vigorosa Política de Estado de ordenamiento territorial con vigencia en toda la provincia y contemple las particularidades de juntas de gobierno, comunas y municipios para lograr una operatividad genuina.</p>

Las narrativas de estos dos escenarios se asumieron como descripción del paisaje socio- técnico vigente (continuidad) y de las innovaciones surgidas a nivel de nicho y las presiones del paisaje (transformación).

3. Resultados y discusión

La adopción de buenas prácticas para la producción agrícola (BPA) por parte de los productores es una de las bases de la transición hacia la sostenibilidad. Sin embargo, a partir de nuevos conocimientos generados científicamente, el control social y nuevos criterios de gobernanza, el concepto de BPA parece relativo y poco preciso. Por ejemplo, bajo el paradigma de la revolución verde que se estableció en los años 70, una buena práctica fue el uso de insumos para incrementar el crecimiento y protección de los cultivos. Así, un objetivo de los sistemas nacionales de extensión agropecuaria fue la adopción por parte de productores innovadores de las propuestas tecnológicas (nuevas variedades, fertilización, plaguicidas). En la provincia de Entre Ríos, durante los años 80's estas innovaciones fueron complementadas con la adopción de las prácticas de conservación de suelos inicialmente promocionadas por los servicios de extensión oficiales y posteriormente también favorecidas por un esquema de beneficios impositivos por parte del gobierno provincial (Ley Provincial de Conservación de Suelos N° 8318). En consecuencia, en el paisaje actual en la producción primaria en la provincia coexisten prácticas que operan a favor o en contra del concepto actual de la BPA. Esta tensión agrega turbulencia al paisaje, ejerce presión sobre el régimen estabilizado en el agro-negocio y envía señales de innovación a nivel de nicho (Gaitán-Cremaschi et al., 2019). Otra fuente de tensión sobre el régimen dominado por el agro-negocio es el desmonte para incorporar tierra agrícola. A pesar de la existencia de una legislación nacional (Ley Nacional de Presupuestos Mínimos Protección Ambiental de los Bosques Nativos N° 26.331) que establece criterios para el uso, conservación y preservación de los montes nativos, esta práctica persiste.

A nivel de paisaje, la concientización de la sociedad acerca de los impactos ambientales y el valor de los servicios ecosistémicos son señales que presionan sobre el régimen e influyen a nivel de nicho para generar innovaciones tecnológicas sobre el manejo de las áreas con monte. A su vez, una tecnología existente relacionada con el uso sostenible del monte para ganadería es adoptada en forma incipiente o experimental por productores de "punta" o "demostradores" y su adopción podría incrementarse a nivel de régimen a partir de incentivos que reconozcan el valor ecosistémico del monte entrerriano. No obstante, el predominio de una FI como la maximización de la renta puede bloquear el anclaje de la innovación y hacer fracasar la innovación. Un nuevo ciclo de políticas públicas gestadas con la participación de actores (Berkhout y Hertin, 2002) y operativas en términos de eficacia aparece como necesario para dar pasos para una reconfiguración a nivel de régimen.

Los paisajes no siempre evolucionan en una forma lenta, sino que en ocasiones están inmersos en senderos de turbulencia. En la agricultura actual y especialmente en Entre Ríos, las principales turbulencias a nivel de paisaje provienen del creciente cuestionamiento sobre las consecuencias sobre el ambiente y la salud humana asumidas como consecuencia del agro-negocio. Cuando esto se mira a nivel de régimen, se observa que la simplicidad técnica de este sistema de producción (variedades, fertilizantes, agroquímicos, etc.) y rentabilidad dificulta la búsqueda de otros sistemas de producción basados en las innovaciones agro-ecológicas (Tittonell, 2019) y actúa como un componente estabilizador otorgando rigidez al régimen. Por ejemplo, el uso de rotaciones agrícolas y cultivos de servicio con beneficios ancestralmente conocidos y científicamente sostenidos (Novelli et al., 2017) son tecnologías resistidas cuando intentan progresar desde el nivel de nicho (Ollivier et al., 2018).

El predominio del mercado como fuerza dominante a nivel global (Patrouilleau et al., 2012), se corresponde localmente con la fuerza impulsora que describe la relación entre la identificación, innovación y adopción de nuevas tecnologías con una lógica de corto plazo. Este "culto" al cortoplacismo guarda relación

con una cultura donde la necesidad de permanecer en el sistema como empresa agropecuaria y la estrategia de maximizar rentas en momento de altos precios externos retroalimentan la lógica del agro-negocio. Adicionalmente, el Estado en sus diferentes niveles responde también a una lógica cortoplacista en la realidad, aun cuando ha habido una proliferación de Planes Estratégicos elaborados durante las últimas décadas. Así, los principales actores del régimen (sector productivo primario, empresas procesadoras, cámaras empresariales, y Estado) se muestran cómodos y estables en este nivel y no parecen estar motivados ni obligados a cambiar prácticas y lógicas más relacionadas con el mediano y largo plazo.

Otro elemento a nivel de paisaje está dado por la vigencia de limitaciones en términos de infraestructura, servicios básicos y equipamiento social que conspiran contra la calidad de vida y el arraigo de una población rural. Esta limitación constituye una contradicción con el incremento de la producción primaria fruto de la eficiencia y expansión del agro-negocio y la con el rol de empleador localizado de las agroindustrias que integran la cadena de valor de los cereales y oleaginosas que caracterizan el paisaje rural entrerriano. El aumento de la producción vía expansión de la superficie agrícola, los mayores rendimientos por hectárea y el creciente agregado de valor local que muestra la provincia en las últimas tres décadas no fue acompañado por un crecimiento en infraestructura, servicios básicos y equipamiento social acorde con un modelo de desarrollo basado en una agricultura llevada a cabo por agricultores y una agroindustria con aspiraciones de pleno empleo. Así, la presión que surge de un paisaje que debe modificarse y la necesidad de cambio a nivel de régimen operan como desestabilizadores en el régimen y, como resultado, abren oportunidades para que el Estado implemente políticas públicas coherente con la estrategia de desarrollo y que, necesariamente deberían estar legitimadas, consensuadas y priorizadas mediante procesos participativos que operan a nivel de nicho. En ese sentido, las experiencias en ejercicios de prospectivas participativas y planificación estratégica, aún incipientes (Valentinuz, 2019; Valentinuz et al., 2022, Siede et al., 2022), generan espacios de aprendizaje y cambios que abren oportunidades para favorecer el anclaje de innovaciones de nicho en el régimen (Tittonell, 2019). Por ejemplo, las deficiencias en la red caminera provincial y vecinal tensiona el régimen aumentando los costos por fletes, la pérdida de calidad del producto y la penalización por los retrasos en la entrega en acopios, industrias y puertos. Dado que la respuesta se relaciona con las prioridades en la obra pública y decisiones de política pública, es factible que surjan innovaciones organizacionales a partir de las presiones del paisaje y de las demandas dentro del mismo régimen.

La intensificación sostenible de la agricultura (IS) es considerada un nuevo paradigma para el desarrollo agrícola (Rockström et al., 2017, Tittonell et al., 2016). Armonizando el aumento de la productividad con la reducción del impacto ambiental (Godfray y Garnett, 2014, Caviglia y Andrade, 2010), la IS también ha sido asociada con una mejora en el bienestar y prosperidad del ser humano debido a su rol como proveedor de servicios ecosistémicos (Rockström et al., 2017). Para la provincia de Entre Ríos, un nuevo enfoque sobre la producción es posible a partir de la IS dado que ella aborda directa o indirectamente fuerzas impulsoras determinantes del escenario de transformación. La IS requiere un re-enfoque radical de la producción agropecuaria capaz de integrar el doble objetivo de incrementar los rendimientos y los servicios ecosistémicos que provee la agricultura (Godfray y Garnett, 2014). La relación entre producción y servicios ecosistémicos se enmarca en un proceso creciente de urbanización alrededor de ciudades y pueblos, urgente necesidad de restauración de los ambientes degradados y conservación de la biodiversidad (Tschardt et al., 2012). Esto requiere un esfuerzo coordinado e innovador (Nederlof et al., 2011) entre actores. A nivel de nicho, estos actores (productores agropecuarios, cámaras empresariales, sector científico-técnico y Estado) podrían orientar sus esfuerzos para generar, experimentar y lograr la adopción de prácticas que

combinen la maximización de la productividad con estrategias basadas en el ecosistema. En esta etapa, la estrategia de sustitución de insumos parece ser un paso inicial para una intensificación sostenible. Para que estas tecnologías se trasladen a nivel de régimen es clave implementar políticas públicas enfocadas en promover la sustitución de insumos mediante beneficios y regulaciones que incorporen el sector financiero tanto estatal como privado. Asimismo, los actores que actúan a nivel de régimen, deberían generar nuevas formas asociativas y alianzas para una reconfiguración de las relaciones de poder (Rossi et al., 2019) donde la co-gestión del conocimiento científico y experimental contribuyan al diseño de políticas públicas legitimadas y aceptadas socialmente con la capacidad de avanzar hacia un régimen configurado en torno a una agricultura intensificada y sostenible en el mediano plazo y con el potencial de influir en el paisaje en el largo plazo.

El uso de la agricultura digital en el manejo de los cultivos promete una mejora en la eficiencia y rendimiento a la vez que reduce el impacto ambiental (Walter et al., 2017; Finger et al., 2019). La agricultura digital ha tenido un largo periodo de convivencia a nivel de nicho. En efecto, a pesar que desde la década de 1990 los productores de “punta” han estado adoptando esta tecnología con beneficios promocionados por empresas que comercializan dispositivos y equipos, la adopción ha sido muy lenta entre el resto de los productores (Long et al., 2016; Barnes et al., 2019; Ofori y El-Gayar, 2020). Las explicaciones actuales de la baja adopción se basan en las diferentes percepciones y prioridades de los actores (productores, intermediarios, proveedores tecnológicos y políticos) involucrados en el sistema de innovación que rodea esta tecnología (Monteiro Moretti et al., 2023). Así, esta innovación permanece bloqueada a nivel de nicho por la falta de una visión compartida entre los actores del régimen. Estudios recientes indican que las tecnologías de precisión no aportan tanto valor en la práctica como prometen los proveedores y necesitan reformulación desde la perspectiva del usuario (Lencsés et al., 2014). No obstante, durante más de dos décadas se ha logrado una enorme cantidad de datos a nivel de lotes, específicamente mapas de rendimiento tipo $m2 \times m2$, que permanecen almacenados y tienen el potencial de ser analizados con rigor científico para generar conocimiento en una escala relevante que permita no solo la adopción por parte de los productores sino también expresar sus contribuciones en términos productivos y ambientales para la reconfiguración del régimen.

4. Conclusiones

Este trabajo representa uno de los primeros intentos a nivel provincial de vincular un trabajo de prospectiva para el SAI-ER con un enfoque multinivel para aquellas tecnologías e innovaciones valoradas como esenciales en un camino de transición hacia una producción sostenible. A partir de la identificación de fuerzas impulsoras involucradas en la transición desde un escenario actual (nivel paisaje) centrado en la tríada mercado-renta-escala hacia un escenario de transición basado en una producción primaria sostenible centrada en la innovación socio-técnica, fue posible analizar tecnologías e innovaciones necesarias para una reconfiguración del régimen en el mediano plazo y, en consecuencia, crear oportunidades para transformar el paisaje en el largo plazo (Escenario 2030). Las principales fuerzas impulsoras que estabilizan el régimen actual tales como la maximización de la rentabilidad, la expansión y dinámica del agro-negocio sobre tierras alquiladas, y la declinante capacidad del Estado para consensuar y ejecutar políticas que contemplen incentivos y regulaciones también bloquean las innovaciones a nivel de nicho. Las innovaciones tecnológicas comprendidas en la intensificación sostenible y la agricultura digital que operan a nivel de nicho muestran una lenta adopción por parte de los productores fuertemente influenciados por el régimen actual. A su vez, la interpelación por parte de la sociedad en el paisaje actual, genera turbulencias que

abren oportunidades para modificar aspectos culturales y políticos requeridos en el proceso de transición. Finalmente, este trabajo sugiere que, para acelerar la transición entre escenarios a partir de las innovaciones tecnológicas y avanzar en los cambios en el paisaje entrerriano que la sociedad reclama, es necesario que los diversos grupos de actores actúen sobre una base de consenso y la confianza teniendo en cuenta sus diferentes puntos de vista, perspectivas y percepciones de todos los implicados. En este sentido, las políticas públicas deberían responder a las aspiraciones de la sociedad y facilitar la adopción de las innovaciones y tecnologías con combinaciones creativas de incentivos y regulaciones.

Referencias bibliográficas

- Alexandratos, N. y J. Bruinsma (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. *ESA Working paper No. 12-03*. FAO.
- Barnes, A. P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sanchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T., Gomez-Barbero, M. (2019). Exploring the adoption of precision agricultural technologies: a cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy*, 80, 163–174.
- Berkhout, F. y Hertin, J. (2002). Foresight futures scenarios: Developing and applying a participative strategic planning tool. *Greener Management International*, 37, 37-52.
- Brieva, S.S. y Costa, A.M. (2014). *Visión prospectiva de la cadena de maíz al 2030* (1ª ed.). Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Argentina).
- Brunori, G., Barjolle, D., Dockes, A.C., Helmlé, S., Ingram, J., Klerkx, L., Moschitz, H., Nemes, G. y Tisenkopfs, T. (2013). CAP reform and innovation: the role of learning and innovation networks. *EuroChoices*, 12(2), 27–33. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12025>
- Caviglia, O.P. y Andrade, F. (2010). Sustainable Intensification of Agriculture in the Argentinean Pampas: Capture and Use Efficiency of Environmental Resources. *Am. J. Plant Sci. Biotechnol*, 4, 1–8.
- de Paula Dias, M.A., de Souza Vianna, J.N. y Felby, C. (2016). Sustainability in the prospective scenarios methods: A case study of scenarios for biodiesel industry in Brazil, for 2030. *Futures*, 82, 1-14.
- Dumont, A. M.; Vanloqueren, G.; Stassart, P. M.; Baret, P. V. (2016). Clarifying the socioeconomic dimensions of agroecology: between principles and practices. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 40(1), 24-47.
- Donatti, C.M. (2010). La soya devora campesinos e indígenas en América del Sur. *Bol. Of. Inst. de Antropol. e Hist.*, 88, 119-124.
- Ferrer, A. (2012). Una visión innovadora del sector agroalimentario. En *Escenarios del Sistema Agroalimentario Argentino al 2030*. INTA Ediciones.
- Finger, R., Swinton, S.M., El Benni, N. y Walter, A. (2019). Precision farming at the nexus of agricultural production and the environment. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 11, 313–335.
- Gaitán-Cremaschi, D., Klerkx, L., Duncan, J., Trienekens, J.H., Huenchuleo, C., Dogliotti, S., Contesse, M.E. y Rossing, W.A.H. (2019). Characterizing diversity of food systems in view of sustainability transitions. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0550-2>
- Geels, F.W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multilevel perspective and a case study. *Research Policy*, 31, 257-1273.
- Geels F.W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: responses to seven criticisms. *Environ Innov Soc Transit*, 1, 24–40. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>
- Geels, F. W. (2018). Disruption and low-carbon system transformation. Progress and new challenges in socio-technical transitions research and the Multi-Level Perspective. *Energy Res. Soc. Sci.*, 37, 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.010>

- Godfray, H.C.J. y Garnett, T. (2014). Food security and sustainable intensification. *Phil. Trans. R. Soc.*, B369, 20120273. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2012.0273>
- Hickman, R., Ashiru, O. y Banister, D. (2011). Transitions to low carbon transport futures: strategic conversations from London and Delhi. *Journal of Transport Geography*, 19, 1553-1562.
- Jiang, K., He, C., Xu, X. Xiang, W., Xiang, P., Li, H. y Liu, J. (2018). Transition scenarios of power generation in China under global 2 °C and 1.5 °C targets. *Global Energy Interconnection*, 1, 477-486.
- Lencsés, E., Takács, I. y Takács-György, K. (2014). Farmers' perception of precision farming technology among Hungarian farmers. *Sustainability*, 6, 8452–8465.
- Long, T.B., Blok, V. y Coninx, I. (2016). Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. *J. Clean. Prod.*, 112, 9–21.
- Monteiro Moretti, D., Baum, C., Ehlers, M., Finger, R. y Broring, S. (2023). Exploring actors' perceptions of the precision agriculture innovation system – A Group Concept Mapping approach in Germany and Switzerland. *Technological Forecasting y Social Change*, 189, 122270.
- Nederlof, S., Wongtschowski, M. y van der Lee F. (2011). *Putting heads together. Agricultural innovation platforms in practice*. Bulletin 396, KIT Publishers.
- Novelli, L. , Caviglia, O. y Piñeiro, G. (2017). Increased cropping intensity improves crop residue inputs to the soil and aggregate-associated soil organic carbon stocks. *Soil & Tillage Research*, 125, 128 136.
- Ofori, M., El-Gayar, O., (2020). Drivers and challenges of precision agriculture: a social media perspective. *Precis. Agric.* <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09760-0>.
- Ollivier, G., Magda, D., Mazé, A., Plumecocq, G. y Lamine, C. (2018). Agroecological transitions: what can sustainability transition frameworks teach us? An ontological and empirical analysis. *Ecol Soc*, 23(2), 5. <https://doi.org/10.5751/ES-09952-230205>
- Patrouilleau, M. (2017). Narrative foresight in technical organizations: epistemological and methodological contributions from a practice of scenario method in Argentina. *Eur J Futures Res* 5, 3. <https://doi.org/10.1007/s40309-017-0110-z>.
- Patrouilleau, R.D., Saavedra, M., Patrouilleau, M.M. y Gauna, D. (2012). Escenarios del Sistema Agroalimentario Argentino al 2030. INTA Ediciones.
- Rockström, J., Williams, J., Daily, G. et al. (2017). Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio*, 46, 4–17. <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0793-6>
- Rossi, A., Bui, S. y Marsden, T. (2019). Redefining power relations in agrifood systems. *Journal of Rural Studies*, 68, 147-158.
- Schwood, M. (2016). *Agricultural Transformation Pathways Initiative - 2016 Report*. IDDRI & Rothamsted Research.
- Schwood, M.H., Hege, E. y Auber, P.M. (2018). Making the SDGs count in the CAP reform: an analytical framework. *IDDRI Brief Report*, 4, 1-8.
- Siede, M., Valentinuz, O. y Vitale Gutierrez, J. (2022). ODS: búsqueda de una dimensión local para una futura ruralidad en Entre Ríos. *Segundo Encuentro Nacional y Congreso Científico, Periurbanos hacia el consenso*, 13-16 de octubre, Buenos Aires, Argentina.
- Shoemaker, P.J.H. (1993). Scenario planning: a toll for strategic thinking. *Sloan Management Review*, 36, 25- 39.

Shoemaker, P.J.H. (1995). Multiple scenario development: its conceptual and behavioral foundation. *Strategic Management Journal*, 14, 193-213.

Simkin, R., Seto, K., McDonald, R. y Jetz, W. (2022). Biodiversity impacts and conservation implications of urban land expansion projected to 2050. *Proceedings of The National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(12). <http://doi.org/10.1073/pnas.2117297119>.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. y Befort, B.L. (2011) Global Food Demand and the Sustainable Intensification of Agriculture. *PNAS*, 108, 20260-20264. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>

Tittonell, P. (2019). Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos Agroecological transitions: multiple scales, levels and challenges. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.*, 51(1).

Tittonell, P., Klerkx, L., Baudron, F., Félix, G.F., Ruggia, A., van Apeldoorn, D., Dogliotti, S., Matfumo, P. y Rossing, W.A.H (2016). Ecological intensification: local innovation to address global challenges. *Sustainable agriculture reviews*, 19, 1–34. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_1

Tscharntke, T., Tylianakis, J., Rand, T., Didham, R., Fahrig, L., Batary, P. et al. (2012). Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biol. Rev.*, 87, 661–685

Valentinuz, O. R. (2018). Intensificación sustentable y diversificación productiva. Contribuciones para escenarios deseables. *Serie Extensión INTA Paraná*, 82, 33-34.

Valentinuz, O., Siede, M., Vitale Gutierrez, J. (2022). Hacia un escenario deseable de desarrollo agro-bioindustrial y rural de Entre Ríos al 2030. *Segundo Encuentro Nacional y Congreso Científico, Periurbanos hacia el consenso*, 13-16 de octubre, Buenos Aires, Argentina.

Valentinuz, O., Calamari, N., Mancuso W.; Massa E. y Main, C. (s.f.) *Serie Extensión INTA Ediciones INTA Paraná*, 84, 47-50.

Vitale, J., Pascale Medina, C., Barrientos, M.J. y Papagno, S. (2016). *Guía de prospectiva para el ordenamiento territorial rural de la Argentina a nivel municipal*. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/9012>

Vitale, J. (2022). El futuro de una cadena productiva: durazno para industria en Argentina al 2030. *Experticia*, 13, 51-56.

Vitale, J. (2022). *Hacia un escenario de desarrollo agro-bioindustrial y rural de la provincia de Entre Ríos. Informe técnico proyecto INTA PI-E 205*. Taller de prospective, 10-11 de marzo 2022, Paraná, Entre Ríos.

Walter, A., Finger, R., Huber, R. y Buchmann, N. (2017). Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 114, 6148–6150.