

Sustentabilidad y AgroTech. Modelo de análisis de capacidades y resultados en centros de I+D universitarios

Sustainability and AgroTech: Analysis Model of Capabilities and Outcomes in University R+D Centers

María Isabel Camio

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

maria.camio@econ.unicen.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0002-1595-008X>

Andrea Belén Arditi

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

belen.arditi@econ.unicen.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0001-5909-3481>

Fecha de recepción: 30 de agosto de 2024

Fecha de aceptación: 17 de octubre de 2024

Fecha de publicación: 18 de noviembre de 2024

Este trabajo identifica capacidades y resultados para la innovación en el sector AgroTech con enfoque en la sustentabilidad. Se construye un modelo conceptual basado en literatura sobre la vinculación universidad-industria y las capacidades para la innovación, operacionalizado mediante la definición de dimensiones, variables e indicadores. El sitio de investigación es la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, en Argentina, en particular, 14 núcleos de actividades científico-tecnológicas (NACT) con diferentes capacidades tecnológicas y relacionales que desarrollan productos o servicios en el sector AgroTech con enfoque en la sustentabilidad. Académicamente, se destaca la propuesta de un modelo aplicable al análisis de centros de I+D y de indicadores útiles para medir capacidades tecnológicas y relacionales. En términos de política pública, se señala el rol de los sistemas públicos de investigación, sugiriendo la creación de espacios de articulación universidad-industria para abordar problemas relacionados con la sustentabilidad y el desarrollo territorial.

Palabras clave: AgroTech, sustentabilidad, capacidades, centros I+D, vinculación U-I

This study identifies capabilities and innovation outcomes in the AgroTech sector with a focus on sustainability. A conceptual model is developed based on literature concerning university-industry linkages and innovation capabilities, operationalized through dimensions, variables, and indicators. The research site is the National University of the Center of the Province of Buenos Aires in Argentina, focusing on 14 scientific-technological activity nuclei (NACTs) with varying technological and relational capacities, developing products or services in the AgroTech sector with a sustainability focus. Academically, the study highlights the proposal of a model applicable to the analysis of R&D centers and useful indicators for measuring technological and relational capabilities. From a public policy perspective, the paper emphasizes the role of public research systems and suggests the creation of University-Industry collaboration spaces to address sustainability and territorial development challenges.

Keywords: AgroTech, sustainability, capabilities, R+D Centers, University-Industry Linkages

1. Introducción

En la actualidad, los desafíos vinculados a la sustentabilidad en sectores como la agricultura exigen soluciones tecnológicas innovadoras que optimicen el uso de recursos y minimicen los impactos negativos sobre el medioambiente. La incorporación de tecnologías de la industria 4.0, como la inteligencia artificial, *internet of things*, *big data*, entre otras, en el sector suele denominarse AgroTech, y apunta a transformar la agricultura en una actividad más eficiente y respetuosa con el entorno (Klerkx *et al.*, 2019; Rotz *et al.*, 2019).

Existen dos problemáticas en torno al fenómeno AgroTech. Por un lado, investigaciones previas muestran una desconexión entre las innovaciones existentes y las necesidades reales de la agricultura en lo que respecta a la adopción de tecnologías de la industria 4.0 (Trigo *et al.*, 2018; Navarro *et al.*, 2019). En segundo lugar, ciertos autores sostienen que estas innovaciones deben democratizarse para que los pequeños productores también puedan beneficiarse de ellas (Hilbeck y Tisselli, 2020; Daum, 2021).

Frente a esto, la vinculación universidad-industria constituye una cuestión clave particularmente en economías emergentes, en las que los centros de I+D universitarios suelen desempeñar un papel crucial por poseer capacidades tecnológicas para la generación de conocimiento y creación de tecnologías para una agricultura sustentable y acorde con las necesidades de los territorios donde operan (Tolin y Piccaluga, 2024). No obstante, se requiere que en tales centros de I+D existan ciertas capacidades relacionales que les permitan establecer vínculos con los actores del territorio para la transferencia de tecnología y para asegurar que los desarrollos tecnológicos de las universidades se conviertan en innovaciones, las cuales sean aceptadas por el mercado (Perkmann *et al.*, 2011; Albornoz *et al.*, 2017).

De cara a estos desafíos, el presente trabajo plantea las siguientes interrogantes: ¿cuáles son las capacidades tecnológicas y relacionales de los centros de I+D universitarios? y ¿cómo contribuyen estas capacidades a la generación de resultados para la innovación en el sector AgroTech con enfoque en la sustentabilidad?

En este marco, el objetivo es identificar las capacidades y los resultados para la innovación en AgroTech de centros de I+D universitarios con orientación a la sustentabilidad. Particularmente, se realizará un estudio de caso en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (en adelante, Unicen), en Argentina, para lo cual se analizan 14 núcleos de actividades científico-tecnológicas (en adelante, NACT) con la finalidad de aportar a la comprensión del rol que juegan los centros de I+D universitarios en el desarrollo de tecnologías orientadas a la sustentabilidad en el sector AgroTech.

En términos académicos, se resalta la propuesta de un modelo conceptual que combina la literatura de vinculación universidad-industria con la literatura de capacidades para la innovación. Este modelo conceptual puede ser aplicado y adaptado para analizar la relación entre centros de I+D y el desarrollo de tecnologías en otros sectores, no solo en el AgroTech.

A continuación, se propone un marco conceptual y se describen los lineamientos metodológicos. En la tercera sección, se exponen los hallazgos, y, por último, se resaltan las principales conclusiones e implicancias de este estudio.

2. Marco conceptual

2.1. Agrotech y sustentabilidad

Las nuevas tecnologías orientadas a la digitalización de los procesos de producción — denominadas tecnologías de la industria 4.0— han dado lugar a un nuevo paradigma tecnoeconómico, en el que los sectores tradicionales de la economía se han reconvertido en sectores dinámicos e intensivos en conocimiento (Arditi *et al.*, 2023). La vinculación entre la agricultura y las tecnologías de la industria 4.0 ha derivado en la aparición del sector AgroTech.

El sector AgroTech puede ser analizado desde una perspectiva individual o desde la literatura de ecosistemas (Isenberg, 2010). Esta última, enfatiza la interconexión social de un conjunto de actores (empresas, instituciones, centros de I+D, ONG, entre otras) que eleva el nivel de innovación en un territorio e impacta positivamente en su desarrollo (Navarro *et al.*, 2019).

No existe consenso en la literatura sobre el alcance del concepto AgroTech. Ciertos autores coinciden en que implica el desarrollo y la adopción de tecnologías para mejorar la innovación y la sustentabilidad en la agricultura en sentido amplio, considerando todos los verticales que implican la explotación y el procesamiento de materias primas (Vitón *et al.*, 2017). En este sentido, Klerx *et al.* (2019) define AgroTech como el conjunto de tecnologías digitales y biológicas que tienen el potencial de transformar la agricultura, mejorando la productividad y la sostenibilidad. Rotz *et al.* (2019) lo califica como una transformación de la agricultura hacia la digitalización y automatización con un enfoque en el uso de robots, drones y sistemas automatizados para gestionar cultivos y ganado de manera más eficiente. Subrayan que estas tecnologías no solo mejoran la productividad, sino también ofrecen soluciones para problemas ambientales. Organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) enfatizan en cómo estas nuevas tecnologías pueden transformar la sostenibilidad y la competitividad de la cadena agrícola, incluyendo dentro de la misma a la ganadería y a la industria de procesamiento y distribución de alimentos (Vitón *et al.*, 2017; Trendov *et al.* 2019).

Tales definiciones ponen de manifiesto la importancia de la sostenibilidad como impulsor de este sector emergente. En términos generales, la sostenibilidad se asocia a la capacidad de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones (García y Vergara, 2000). Según Zarta-Ávila (2018), el uso de la palabra “sostenibilidad” proviene de la traducción del inglés *sustainable development* como “desarrollo sostenible”. El autor postula la pertinencia de la utilización de “sustentable”, ya que este concepto resalta por la transversalidad en los desarrollos comunes entre los subsistemas económicos, sociales y ambientales que constituyen el progreso de un lugar y/o territorio específico, a diferencia de lo “sostenible”, es decir, cuando se consigue cada uno de dichos ejes por separado.

A nivel sectorial, Daum (2021) y Hilbeck y Tisselli (2020) examinan cómo el sector AgroTech puede influir en la sustentabilidad, pero ponen mayor énfasis en la necesidad de democratizar el acceso a la tecnología. En esta línea, informes de organismos internacionales

señalan la existencia de vacíos importantes en la I+D agrícola que deberían ser abarcados por los sistemas públicos de investigación. Trigo *et al.* (2018) señala la existencia de una significativa cantidad de “bienes públicos” que, por su propia naturaleza, no son atendidos por el resto de los actores del sistema. Los escenarios que están comenzando a delinearse plantean una agenda más amplia, en la que los temas vinculados a la cadena de valor, calidad, nutrición (ODS2 y ODS3), producción de energía (ODS7) y utilización industrial de biomasa (ODS8) deben recibir una mayor atención.

2.2. Capacidades y resultados para la innovación a partir de la vinculación universidad-industria

Los procesos de adopción tecnológica son complejos y el tiempo que transcurre entre un desarrollo tecnológico y su aceptación en el mercado puede variar. Esto se evidencia aún más en el sector AgroTech, donde investigaciones muestran una desconexión entre la oferta tecnológica y las necesidades del mercado en lo que respecta a la adopción de tecnologías con gran potencial (Trigo *et al.*, 2018; Navarro *et al.*, 2019).

Recientemente, una revisión sistemática de la literatura sobre la interacción entre universidades y la industria agroalimentaria en los procesos de transferencia de conocimiento (Tolin y Piccaluga, 2024) destacó que las interacciones universidad-industria ocurren en cuatro niveles diferentes: nivel tecnológico, nivel de capacidades, nivel organizacional y nivel relacional. A través de estos diferentes niveles de interacción, las universidades desempeñan un papel destacado en el proceso de transformación innovadora de la industria agroalimentaria mediante la transferencia de conocimiento y el desarrollo de tecnologías dentro de programas colaborativos de I+D. Estudios anteriores analizan las capacidades y los resultados para innovación en centros de I+D desde una perspectiva de la innovación en el ecosistema AgroTech (Camio *et al.*, 2024). En este sentido, resulta clave el rol de las universidades en la generación de innovación abierta (Frankort y Hagedoorn, 2024) para la provisión de conocimiento en el marco de vinculaciones universidad-industria.

Existen diversos enfoques y perspectivas que abordan este fenómeno. Si bien un vasto cuerpo de la literatura se centra en identificar los facilitadores y obstáculos de la colaboración entre la academia y el medio productivo (Garnweidner-Holme *et al.*, 2021; Rossoni *et al.*, 2024), otros autores proponen una operacionalización a través de varias dimensiones e indicadores (Neves *et al.*, 2021; Hailu, 2024). Sin ánimo de ser exhaustivos, a continuación, se explicitan aportes de dos importantes investigaciones alineadas con el objetivo de este estudio.

Un texto clave es el *Manual de indicadores de vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico. Manual de Valencia*, de Albornoz *et al.* (2017), que ofrece una referencia fundamental. Desde una perspectiva sistémica de la innovación y una visión organizacional, este manual aborda tres elementos clave en la transferencia de conocimientos: contexto, resultados y procesos. Además, diferencia entre “capacidades” (lo que las universidades poseen) y “actividades” (lo que realizan).

Desde la perspectiva de la intensidad de la vinculación U-I, Perkmann *et al.* (2011) propone indicadores que miden el desempeño según las fases del proceso de colaboración U-I. Estos indicadores se dividen en insumos, actividades, productos e impactos.

3. Metodología

3.1. Contextualización específica

El sitio de investigación es la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Unicen), ubicada en Argentina, que cuenta con tres sedes en las ciudades de Azul, Olavarría y Tandil, y una unidad de enseñanza en Quequén. La Unicen, fundada en el año 1974, cuenta actualmente con 10 unidades académicas, las cuales brindan 63 carreras de grado, 10 de pregrado y una vasta oferta de diplomaturas, maestrías y doctorados. Para el año 2017, se registraron más de 15 000 estudiantes de grado y 1165 estudiantes de posgrado (Unicen, 2017, p. 10).

El 43.9 % de la planta estable docente de la Unicen realiza actividades de investigación (Unicen, 2017, p. 11), las cuales se desarrollan en 43¹ NACT y 5 grupos de actividades científico-tecnológicas de distintas disciplinas. El ranking de universidades de Scimago 2023 posiciona a la Unicen en el puesto 156 de 418 universidades de Latinoamérica. Asimismo, el componente más valorado es el de innovación y obtención de patentes², que denota la existencia de la vinculación universidad-industria.

3.2. Diseño metodológico

Se realiza una investigación cualitativa encuadrada dentro de un estudio de caso, con el propósito de explorar interacciones entre los componentes de un sistema en un contexto definido (Yin, 2003).

La unidad de análisis son los NACT que desarrollan proyectos de I+D y actividades de vinculación orientada hacia el sector AgroTech con enfoque en la sostenibilidad. Para seleccionar los NACT, se utiliza un criterio propuesto por el BID (Vitón, 2019), que distingue las 9 tecnologías principales³ y 9 tipos de innovaciones⁴ (Vitón *et al.*, 2017) más frecuentes en el sector AgroTech. Se identificaron 14 NACT que realizan investigación básica aplicada y/o actividades de transferencia de tecnología orientada al AgroTech. Para abordar la noción de sustentabilidad, se distinguió entre ambiental, social y económica y sus diferentes

¹Al respecto, véase: <http://secat.unicen.edu.ar/index.php/nucleos/#1576608950595-e6cf584c-860b>

²Al respecto, véase: <https://www.scimagoir.com/rankings.php?sector=Higher+educ.&country=Latin+America&year=2017>

³El BID distingue las 9 tecnologías de la industria 4.0 más demandadas por el sector agropecuario: biotecnología (biotec), big data, TIC y mobile (TIC), datos abiertos (DA), tecnologías limpias (TL), robótica, internet de las cosas (IoT), biometría e inteligencia artificial (IA) y realidad virtual (RV).

⁴El BID distingue las siguientes áreas de innovación en el sector AgroTech: nuevos sistemas de producción (NSP), automatización/mecanización de labores, genética y protección de cultivos (genética), big data y agricultura de precisión (BD y AP), software y servicios informáticos para la toma de decisiones (SSI), plataformas de compra-venta, servicios y financiamiento (platform), tecnologías en la cadena de logística y distribución de alimentos, productos y servicios (logística), bioenergías y biomateriales (bioenergía).

categorías, tal como lo menciona Vitón *et al.* (2017) para el BID⁵.

3.3. Modelo conceptual propuesto

Figura 1. Modelos de triple hélice



Fuente: Elaboración propia a partir del *Manual iberoamericano de indicadores de vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico. Manual de Valencia*, por M. Alborno, R. Barrere, M. Castro y J. Carullo, 2017, OCTS-OEI y RICYT. https://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2017/06/files_manual_vinculacion.pdf; *Beyond the Balanced Scorecard: Improving Business Intelligence with Analytics*, por M. G. Brown, 2007, Productivity Press; y "How should firms evaluate success in university-industry alliances? A performance measurement system", por M. Perkmann, A. Neely y K. Walsh, 2011, *R&D management*, 41(2), 202-216. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00637.x>.

El modelo conceptual propuesto en la Figura 1 utiliza un abordaje de procesos (Brown, 2007) con la finalidad de analizar el fenómeno en estudio, y se divide en cuatro dimensiones, partiendo de las condiciones iniciales hacia los eventuales resultados e impactos.

Como la unidad de análisis son los NACT, la variable "caracterización institucional" constituye un marco e incluye diferentes indicadores a nivel universidad que operan como condicionantes para el proceso de innovación en los NACT en estudio. Las dimensiones "insumos" y "procesos" se operacionalizan mediante dos variables asociadas a tipos de capacidades: "capacidades tecnológicas" y "capacidades relacionales". En la dimensión de "productos", se incluyen la variable "resultados para la innovación", y la dimensión "impactos esperados" contiene indicadores asociados al tipo de impacto: social, económico y/o ambiental.

Las variables que integran cada dimensión surgen de aportes propuestos por la bibliografía, y en otros casos se proponen variables *ad hoc*. Se explicitan, a continuación, algunas variables e indicadores de la Figura 1 tomados del *Manual de Valencia* (Alborno, *et al.*, 2017), cuyo objetivo es diseñar, desarrollar e implementar un sistema de indicadores capaces de reflejar los diferentes tipos de interacciones a través de los cuales las universidades iberoamericanas se relacionan con el entorno.

En la variable de "caracterización institucional", se consideran dos indicadores

⁵En este sentido, el BID considera que América Latina tiene una oportunidad de desarrollo sostenible mediante la adopción de AgroTechs, para lo cual distingue tres tipos de impactos: ambientales (mitigación y adaptación al cambio climático, conservación y recuperación de agua y suelos, menor utilización de productos químicos, manejo sustentable de ganado, producción sustentable de alimentos sanos, reducción de pérdidas y desperdicio de alimentos); social (contribución a la seguridad alimentaria, sustentabilidad de comunidades rurales, desarrollo de nuevas alternativas de empleo y mayor empleo calificado, acceso a información y tecnología a pequeños productores para reducir brecha productiva y comercial) y económico (uso eficiente de recursos e incremento de productividad, gestión más eficiente de riesgos productivos y comerciales, mayor transparencia y competencia en los precios en la cadena de valor, desarrollo de nuevos sectores y mercados).

propuestos por Albornoz *et al.* (2017, p. 25): “estructura organizacional” y “trayectoria histórica”. No se analizan indicadores a nivel universidad vinculados al total del personal afectado, ni a la ejecución presupuestaria a nivel total, análisis que sí se realizó a nivel de los NACT en estudio.

El enfoque planteado por Perkmann *et al.* (2011) contribuye al modelo de la Figura 1 en la variable “capacidades tecnológicas”, la cual puede asimilarse a lo que los autores citados definen como input. Se destaca que el modelo de Perkmann *et al.* (2011) tiene por objetivo evaluar el éxito de las alianzas universidad-industria. Por tanto, los autores consideran como impactos de las alianzas a elementos que en nuestra propuesta se consideran como la variable “resultados para la innovación”.

En las “capacidades tecnológicas”, se incluye a la producción científica como indicador, en consonancia con lo expuesto en el *Manual de Valencia* (Albornoz *et al.*, 2017, pp. 21-25). Se eligieron otros indicadores *ad hoc* en función de las categorías de información que contienen las *Memorias Académicas* de los NACT en Argentina⁶: proyectos de I+D; cantidad de doctores y de becarios por NACT, tipo de producción científica (libros, partes de libros, artículos en revistas, trabajos en eventos científicos publicados), cantidad de premios por NACT, nivel de citas de los directores de tales NACT y si existían patentes declaradas en los periodos en análisis.

Particularmente, el modelo de Perkmann *et al.* (2011) contribuye en términos conceptuales, ya que los procesos *in-progress* y *output* de estos autores se consideran para identificar indicadores que permitan evaluar la variable “capacidades relacionales”. Se proponen: formalización de los vínculos, identificación de contraparte fuera del sistema científico-tecnológico, el tipo de vinculación (científica-tecnológica, asistencia técnica, cooperación, trabajos en colaboración y capacitación), si existen publicaciones conjuntas y el financiamiento recibido por fuera del sistema científico-tecnológico. Estos indicadores resultan un aporte ad hoc de este trabajo en función de las categorías de información presentes en las *Memorias Académicas* de los NACT. No obstante, guardan relación con indicadores de actividades de vinculación (Albornoz *et al.*, 2017, p. 26), como I+D contratada con entidades no académicas, I+D en colaboración con unidades no académicas, asesoramiento y consultoría, cursos y actividades de formación.

La dimensión de “productos”, incluye la variable “resultados para la innovación” y se conforma por indicadores que referencian la formalización de las actividades de vinculación que derivan en la prestación de un servicio (estandarizado o no estandarizado) o la realización de un producto, los cuales puede estar en fase de prototipo. Por tanto, se resalta en este aspecto que algunos productos se encuentran en fase de invención y otros pueden considerarse innovaciones.

Por último, los impactos esperados se conforman por indicadores, los cuales señalan potenciales beneficios (Zarta-Ávila, 2018) económicos, sociales o ambientales en términos de sustentabilidad, según los abordajes que contienen de cada uno de los proyectos en análisis.

⁶Las *Memorias Académicas* son documentos elaborados por los NACT que sistematizan las actividades científico-tecnológicas anuales realizadas por el personal docente e investigador que conforman el núcleo a partir del uso de una plataforma web unificada del Plan Integral de Fortalecimiento de los Recursos Humanos de Organismos de Ciencia y Tecnología, que pertenecen a la Administración Pública Nacional. Estas Memorias incluyen los cargos, la formación de recursos humanos, la producción científica, actividades de extensión y financiamiento.

3.4. Recolección y análisis de datos

Se recopilaron datos tanto cualitativos como cuantitativos a partir de fuentes secundarias (*Memorias Académicas* del trienio 2020-2022) y primarias (10 entrevistas en profundidad con los referentes de los NACT), para evaluar las capacidades tecnológicas y relacionales, y los resultados para la innovación. Los entrevistados son docentes investigadores de la Unicen y, en algunos casos, ocupan cargos de dirección de proyectos de I+D de los siguientes NACT: Proanvet, Tecse, Isistan, Cresca, Mevet, Intelymec, Ihlla, Proanvet, Cisapa y Fisfarvet. Las entrevistas fueron realizadas en forma presencial y también mediante Google Meet. Las mismas tuvieron una duración entre 30 y 60 minutos, y se apuntó a profundizar en las actividades de vinculación que llevaban adelante los NACT analizados, los desafíos y los obstáculos enfrentados.

Los datos sobre cantidad de menciones (citas) de los directores de NACT analizados se extrajeron de Google Scholar y de ResearchGate.

Para el análisis de la información, se realizaron tablas con la clasificación de la información cualicuantitativa y se trianguló la información con los informes cualitativos y las *Memorias Académicas* de cada NACT en análisis. Las entrevistas a los referentes de NACT fueron transcritas y se extrajeron fragmentos centrales con relación a la temática en estudio. El uso de múltiples fuentes de información permite la triangulación de los datos para eliminar los sesgos del investigador y garantizar la validez y fiabilidad en el proceso de construcción de los resultados de un estudio de caso único con múltiples unidades de análisis.

4. Resultados

4.1. Contexto institucional

Con relación a la política de investigación, la Unicen ha establecido como objetivo el fortalecimiento y promoción de conocimientos científicos y de innovaciones tecnológicas transferibles. En los últimos años, ha llevado a cabo un proceso de consolidación de sus grupos de investigación, lo que ha derivado en la creación de unidades ejecutoras con doble y triple dependencia (Conicet y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires - CICPBA). Asimismo, se ha establecido el Centro Científico Tecnológico Tandil (CCT Tandil) en colaboración con el Conicet.

Dentro de la estructura interna de la Secretaría de Ciencia, Arte y Tecnología (Secat), se encuentran la Subsecretaría de Ciencia, Arte y Tecnología y la Subsecretaría de Vinculación y Transferencia (SUBVyT), esta última creada en colaboración con el CCT Tandil. Su objetivo es promover, coordinar y supervisar todas las actividades y proyectos de vinculación y transferencia institucional, con un énfasis especial en el fortalecimiento de la gestión de la propiedad intelectual (PI) a través de un acuerdo de cooperación con el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI). Otra unidad es el Centro de Innovación y Creación de Empresas (CICE), creado en 2009 bajo la órbita de la Secat, cuya misión es fomentar la creación de nuevos proyectos y emprendimientos, así como apoyar a organizaciones existentes, impulsando la innovación desde la Unicen hacia la región.

4.2. Capacidades tecnológicas

La Tabla 1 detalla información de 14 NACT de diferentes unidades académicas de la Unicen que llevan adelante 41 proyectos de I+D. Estos proyectos son financiados por diferentes instituciones del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina, como la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, el Conicet, la CICPBA y diferentes universidades nacionales públicas y privadas.

Tabla 1. NACT, proyectos de I+D AgroTech orientados hacia la sostenibilidad

Impacto esperado	Categoría	NACT	Proyecto I+D ⁷	Tecnología	Área de Innov. / Invención
Ambiental	Conservación y recuperación de agua y suelos	BIOLAB	Evaluación de la diversidad biológica y funcional de hongos provenientes de suelos agrícolas bajo un sistema agroecológico y un sistema de siembra directa.	Biotec	Genética
		IHLLA	Modelos de apoyo para la toma de decisiones ambientales con base en aprendizaje profundo.	TIC	s.e.
			Procesos de salinización de las aguas subterráneas y su relación espacial con los suelos y la vegetación.	Robótica	s.e.
		NUCEVA	Sensores remotos y sistemas de información geográfica como herramientas para la caracterización de servicios ecosistémicos.	IoT - Robótica	BD y AP
		CESAL	Sensores remotos y sistemas de información geográfica como herramientas para la caracterización de servicios ecosistémicos.	IoT - Robótica	BD y AP
		CIISAS	Aportes para el desarrollo de la agricultura inteligente en relación con prácticas de trabajo y el adecuado manejo del agua y del suelo.	IA	BD y AP
	Manejo sustentable del ganado	CISAPA	Desarrollo científico integrado en salud animal.	Biotec	Genética
		FISFAR-VET	Modelación productiva, económica y ambiental de sistemas modales de producción de carne de base pastoril de la cuenca del Salado Bs. As. y del norte de Santa Fe.	TIC	BD y AP
		MEVET	Avances sobre la endocrinología de la reproducción en llamas (<i>Lama glama</i>): estudios sobre la funcionalidad del cuerpo lúteo y el reconocimiento materno de la preñez.	Biotec	Genética

⁷Se muestran 49 proyectos de I+D. La diferencia con lo enunciado en el texto radica en dos consideraciones metodológicas. En primer lugar, existen proyectos que son ejecutados por dos centros de I+D. Como la unidad de análisis es el centro de I+D, esos proyectos se mencionan para cada centro. En segundo lugar, se identificaron proyectos de I+D, ejecutados por un único centro de I+D, que tienen más de un impacto esperado. Esos proyectos también se mencionan por duplicado en la tabla.

Ambiental	Manejo sustentable del ganado	PROAN-VET	Evaluación del bienestar animal, caracterización productiva, genética y de la sostenibilidad de sistemas pecuarios.	Biotec	Genética
			Propuesta de indicadores bajo el enfoque de un bienestar que contribuyan a la sostenibilidad en tambos.	s.e.	s.e.
			Sustentabilidad de la producción ganadera bovina basada en pastizales naturales: modelización y detección de indicadores.	s.e.	s.e.
	Menor utilización de productos químicos	CISAPA	Estudio de la suplementación con probióticos sobre el crecimiento, la microbiota intestinal y la respuesta inmune de cerdos.	Biotec	NSP - Genética
			Identificación de péptidos inmunodominantes en cepas <i>Escherichia coli</i> en bovinos para el diseño de una quimera multiepitope.	Biotec	Genética
		FISFAR-VET	Reducción del uso de antimicrobianos en el tratamiento de diarreas mediante el empleo de vacunas y manejo calostrado estratégico en lechones de granjas en Colombia.	Biotec	NSP
		CIISAS	Sistemas de compostaje de estiércol de <i>feedlot</i> : caracterización y valoración agronómica del producto final.	TL	Bioenergía
			Alternativas de manejo de la nutrición de un cultivo bioenergético, para la reducción de uso de agroquímicos.	Biotec	Bioenergía
		Mitigación y adaptación al cambio climático	CRESCA	Efecto del cambio climático asociado a <i>Fusarium graminearum</i> y su potencial impacto sobre la calidad panadera del trigo.	Biotec
	IHLLA		Adaptación al cambio climático con aprendizaje automático: oportunidades para la producción de cultivos.	TL	Genética
			Maíz en el centro-sudeste de la provincia de Buenos Aires: enfrentando escenarios climáticos actuales y futuros.	Biotec	s.e.
	CIISAS		Economía circular en la cadena de valor de la bioenergía: incorporación de <i>Arundo donax</i> en un sistema bioenergético de origen agropecuario.	TL	Bioenergía
			Integración de un cultivo energético de segunda generación, <i>Arundo donax</i> L., a la cadena de valor de la bioenergía.	TL	Bioenergía

Ambiental	Mitigación y adaptación al cambio climático	PROAN-VET	Desarrollo de un sistema de bajo costo para la cuantificación de gas metano proveniente de efluentes de producción ganadera intensiva.	TL - TIC	Automatización	
		INTELY-MEC	Integración de un cultivo energético de segunda generación, <i>Arundo donax</i> L., a la cadena de valor de la bioenergía.	TL	Bioenergía	
			<i>Arundo donax</i> L. como fuente de bioenergía para la sustitución de combustibles fósiles.	TL	Bioenergía	
		CESAL	Generación distribuida en Argentina. Energías para la inclusión y la transición.	TL	Bioenergía	
	Producción sustentable de alimentos sanos	BIOLAB	Avances en el manejo sostenible de la sanidad en cultivos de flores y hortalizas del AMBA.	Biotec	NSP	
		CRESCA	Programa de investigación y transferencia tecnológica: cadena agroalimentaria de espárrago bajo un enfoque sistémico.	s.e.	PySIA	
			Revalorización de subproductos de la industria agroalimentaria como ingredientes funcionales para alimentos horneados saludables a base de cereales en el marco de la economía circular.	TL	PySIA - Bioenergía	
		FISFAR-VET	Impacto del uso del orujo de oliva sobre la permeabilidad intestinal de los cerdos.	Biotec	NSP	
		TECSE	Procesamiento de granos para la extracción de aceites y uso de los subproductos como fuente de ingredientes bioactivos: un enfoque sustentable.	TL	PySIA	
		PROAN-VET	Estrategias para la mejora productiva, agregado de valor y sostenibilidad de la producción apícola.	TIC	s.e.	
		Reducción de pérdidas y desperdicio de alimentos	CISAPA	Producción de carne de cerdo local, agregado de valor y desarrollo sostenible en pos de una economía circular.	s.e.	PySIA
	CRESCA		Revalorización de subproductos de la industria agroalimentaria como ingredientes funcionales para alimentos horneados saludables a base de cereales en el marco de la economía circular.	TL	PySIA - Bioenergía	
	TECSE		Producción de carne de cerdo local, agregado de valor y desarrollo sostenible en pos de una economía circular.	s.e.	PySIA	
	Social	Acceso a información y a tecnología	CESAL	Indicadores de sustentabilidad urbana y ambiental.	Datos abiertos	SSI

Social	Acceso a información y a tecnología	CEA	Mapeo de actores e identificación de grado de ajuste entre la oferta y la demanda tecnológica en el ecosistema <i>agrotech</i> en la región de influencia de la Unicen.	Datos abiertos	SSI
	Contribución a la seguridad alimentaria	FISFAR-VET	Desarrollo científico en salud animal.	Biotec	NSP
			Dispositivos para la identificación precoz de enfermedades infecciosas en el cerdo: herramienta clave para la terapia de precisión.	IoT - Robótica	Mecanización - BD y AP
			Reducción del uso de antimicrobianos en el tratamiento de diarreas mediante el empleo de vacunas y manejo calostrual estratégico en lechones de granjas en Colombia.	Biotec	NSP
Económico	Desarrollo de nuevos sectores y mercados	TECSE	Estudio integral de los granos argentinos para potenciar su aprovechamiento industrial.	s.e.	s.e.
	Gestión más eficiente de riesgos productivos y comerciales	FISFAR-VET	Evaluación del bienestar animal, caracterización productiva, genética y de la sostenibilidad de sistemas pecuarios.	Biotec	Genética
			Modelación productiva, económica y ambiental de sistemas modales de producción de carne de base pastoril.	TIC	BD y AP
		ISISTAN	Desarrollo de un aparejo móvil IoT para la determinación automática del grado de terminación y condición corporal de bovinos.	IoT - IA	s.e.
			Herramienta de <i>software</i> para productores ganaderos que utiliza <i>machine vision</i> para estimar el estado corporal y peso de los animales.	TIC	SSI
			Sistema semiautomático de calificación biométrica de vacas lecheras y modernización de la plataforma de gestión de datos de ACHA	IA - TIC	Plataforma
			Desarrollo de un sistema automático de evaluación biométrica del ganado lechero: vacas funcionales para cada sistema productivo.	IA	s.e.
		PROAN-VET	Alternativas biotecnológicas destinadas a mejorar la eficiencia de la transferencia de embriones en caprinos.	Biotec	Genética
			Estrategias para la mejora productiva, agregado de valor y sostenibilidad de la producción apícola.	TIC	s.e.

Fuente: Elaboración propia a partir de las *Memorias Académicas de los NACT (2020 - 2022)*

Otras capacidades tecnológicas identificadas se asocian a la formación de recursos humanos, la producción científica, los premios obtenidos y la cantidad de citas

de directores de los NACT. Al 2022, los NACT estaban conformados en promedio por 14 doctores y 15 becarios de grado y posgrado. Se destaca la producción científica realizada en el periodo, así como la obtención de premios y menciones en el 77 % de los NACT. En cuanto a la cantidad de citas de los directores y codirectores de los centros de I+D⁸, se evidencia mayor cantidad de citas en centros de disciplinas como ciencias exactas (Isistan) y ciencias veterinarias (Fisfarvet). Esto se sintetiza en la Tabla 2.

Tabla 2. Otras capacidades tecnológicas NACT - Unicen

NACT	Recursos humanos		Producción científica				Premios	Citación
	Doctores	Becarios	Artículos	Libros	Partes de libros	T. en eventos CT publicados		
BIOLAB	8	7	X		X	X	0	s.d.
CEA	12	18	X			X	3	429
CESAL	14	19	X	X	X	X	0	s.d.
CISAPA	17	19	X			X	6	s.d.
CRESCA	10	22	X		X	X	8	81
FISFARVET	24	17	X		X	X	6	9069
IHLLA	18	19	X	X		X	0	2553
MEVET	9	1	X			X	4	421
NUCEVA	7	9	X	X	X	X	0	s.d.
CIISAS	1	6	X	X	X	X	2	s.d.
TECSE	11	13	X		X	X	2	s.d.
ISISTAN	16	12	X		X	X	17	4148
PROANVET	15	9	X		X	X	3	596
INTELYMEC	9	26	X		X	X	3	2934

Fuente: Elaboración propia

4.3. Capacidades relacionales

Se identificaron actividades que dan cuenta de vinculaciones entre los NACT y organizaciones externas al sistema científico-tecnológico argentino; además, estas vinculaciones pueden estar formalizadas o no, e incluso pueden tener una contraprestación económica. En la Tabla 3, se explicitan 8 NACT que pertenecen a diferentes unidades académicas de Unicen, de los cuales se destacan el Proanvet, el Tecse y el Ciisas con actividades de vinculación que se encuentran formalizadas mediante acuerdos de colaboración o convenios específicos, aunque también algunas de ellas no son formalizadas por convenios. Se resaltan diferentes tipos de actividades de vinculación: científico-tecnológicas (C-T), de cooperación, de capacitación, de asistencia técnica y la realización de trabajos conjuntos. No se declaran en las Memorias Académicas publicaciones conjuntas.

⁸Es de destacar que este dato no pudo obtenerse en la totalidad de los NACT, debido a que, en su mayoría, los referentes de estos centros no cuentan con perfiles en Google Scholar.

Tabla 3. Capacidades relacionales NACT Unicen

Impacto esperado	Categoría	NACT	Vinculación		
			Org. No SC y T	Formal	Tipo
Ambiental	Conservación y recuperación de agua y suelos	CIISAS	Nievas S. A.	Sí	C-T. Desarrollo de herramientas para la descompactación de suelos bajo siembra directa.
		CRESCA	AAPRESID	No	Investigación sobre comportamiento de cultivos de servicios para pastoreo.
		IHLA	Instituto Correntino del Agua y del Ambiente	Sí	C-T. Evaluación de las relaciones ecohidrológicas entre aguas subterráneas y humedales.
	Menor utilización de productos químicos	CIISAS	Redcai - División de Microbiología Agrícola y Ambiental - AAM	Sí	Cooperación. Grupo de trabajo de compost, abonos y enmiendas.
		PROAN-VET	Fundación La Paloma - Asociación Tandilense de Equinoterapia	No	Asistencia técnica.
	Mitigación y adaptación al cambio climático	CIISAS	Verttech S. R. L.	No	C-T. Investigación sobre rendimiento de clones de <i>Arundo donax L.</i>
			Cementos Avellaneda S. A.	Sí	C-T. Investigación sobre <i>Arundo donax L.</i> como fuente alternativa a los combustibles fósiles.
			Verttech S. R. L.	No	C-T. Investigación sobre rendimiento de clones de <i>Arundo donax L.</i>
			Cementos Avellaneda S. A.	Sí	C-T. Investigación sobre <i>Arundo donax L.</i> como fuente alternativa a los combustibles fósiles.
		INTELY-MEC	Bioléctrica General Alvear S. A.	No	Cooperación. Integración de <i>Arundo Donax</i> a la cadena de valor de la bioenergía.
			Cementos Avellaneda S. A.	No	Cooperación. Desarrollo de bioenergías para la sustitución de combustibles fósiles.
	Producción sustentable de alimentos sanos	CRESCA	Chacras Experimentales de la Provincia de Buenos Aires	Sí	C-T. Desarrollo de investigaciones y cultivos experimentales.
		FISFAR-VET	Pracma (Grupo Roemmers)	Sí	C-T. Análisis de los compuestos del extracto de orujo de oliva que impacten sobre la salud intestinal del cerdo.

Ambiental	Producción sustentable de alimentos sanos	FISFAR-VET	Redimec S. R. L.	Sí	C-T. Desarrollo de herramientas para la identificación de enfermedades en los sistemas intensivos de producción porcina.		
			TECSE	Advanta Semillas S. A. I. C.	Sí	C-T. Transferencias de material y confidencialidad.	
		Consortio Ciruelas -Fundación Pro-Mendoza		Sí	C-T. Transferencia sobre factibilidad técnica de obtención de ciruelas pasas de bajo contenido calórico.		
		Monsanto Argentina		Sí	Cooperación y asistencia técnica.		
		PROAN-VET	Sistema Integrado de Gestión de la Lechería Argentina - MAGyP	Sí	Trabajos en colaboración. Laboratorio de Calidad de Leche.		
			Asociación Criadores de Holando Argentino (ACHA)	Sí	C-T. Formación de recursos humanos y evaluación del potencial genético de animales.		
			Asociación Argentina de Criadores de Hereford	Sí	Cooperación. Evaluación de bovinos.		
		CIISAS	Asociación de Laboratorios Agropecuarios Privados	Sí	C-T. Investigación y transferencia de arveja proteicas.		
		Social	Acceso a información y a tecnología	CESAL	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina	Sí	C-T. Diagnóstico sobre intensificación sustentable de granos.
				CIISAS	Agustín Quattrocchio e hijos S. A.	No	C-T. Investigación sobre agricultura de precisión.
Schang Agroveterinaria	No				C-T. Desarrollo de agricultura de precisión.		
Círculo de Ing. Agrónomos de Tandil	Sí				Capacitación. Mecanización agrícola.		
FISFAR-VET	Promitec Santander - Asociación por Colombia - Asociación Internacional de Lucha contra la Resistencia Antibiótica			Sí	Asistencia técnica a empresarios colombianos para mejorar sus sistemas intensivos de producción porcina.		
IHLA	Oficina de Riesgo Agropecuario MAGyP			Sí	Cooperación. Mapas de estrés hídrico.		
TECSE	Institut Charles Viollette (Francia)			Sí	Trabajos en colaboración.		
	Laboratorium für Auftragsanalytik (Alemania)			Sí	Trabajos en colaboración.		
	Asociación Argentina de Grasas y Aceite (ASAGA)	Sí	C-T. Trabajos referidos a calidad de aceite de oleaginosas, descascado de girasol, etc.				

Social	Acceso a información y a tecnología	TECSE	Gundel Hnos.	Sí	C-T. Control, monitoreo y adquisición de datos del silo.
		PROAN-VET	Comisión Promotora de la Asoc. Argentina de Sociología Rural	Sí	C-T. Complejidad de lo agroalimentario en el espacio social: innovación, calidad y territorio.
			Red Argentina de Laboratorios Lácteos de Calidad Asegurada	Sí	Trabajos en colaboración.
			Mesa Argentina de Carne Sustentable	No	Trabajos en colaboración.
Económico	Desarrollo de nuevos sectores y mercados	CRESCA	Fundación Pro-Mendoza	Sí	Asistencia técnica a empresarios mendocinos para posicionar sus productos y servicios
			Ferticer Logística S. R. L. - Agrotecnos S. A. - Sanatorio Azul S. A. - Transporte Ricardito - Agroservicios Senderos S. A. - Agronomía Olavarría	No	Cooperación voluntaria para realizar aportes y dinamizar el sector agroindustrial.
		TECSE	Red Internacional Chía-Link	Sí	C-T. Estudio físico-químico, nutricional y tecnológico de la contribución de subproductos de chía como nuevos ingredientes en Europa.

Fuente: Elaboración propia a partir de las *Memorias Académicas de los NACT (2020 - 2022)*

Se resaltan 5 NACT (Ciisas, Fisfarvet, Intelymec, Isistan y Tecse) que formalizaron sus vínculos con organizaciones externas al sistema científico-tecnológico mediante el financiamiento de proyectos de I+D orientados a estudiar fuentes alternativas de energía, y/o tecnologías de automatización. Estas organizaciones son de carácter privado, como empresas, cooperativas, y otros entes sin fines de lucro, como cámaras, fundaciones y asociaciones específicas.

De las entrevistas realizadas, se identifican NACT con capacidades tecnológicas y proyectos de I+D que no explicitan capacidades relacionales en sus Memorias Académicas en el periodo considerado. Se asume, en este aspecto, que solo se detalla el trabajo del investigador de tipo intelectual por sobre la vinculación con el entorno y la transferencia de tecnología.

4.4. Resultados para la innovación

Los entrevistados coinciden en que es posible desarrollar productos que existen a nivel global a costos más accesibles y con prestaciones diferenciadas, pero con alto componente tecnológico. Se resalta, en este aspecto, la identificación de servicios estandarizados, servicios no estandarizados, prototipos y productos. Cuando se hace referencia a resultados de innovación, algunos se encuentran en fase de invención y otros, que han sido aceptados por el mercado, pueden considerarse como innovaciones. Esto se describe en la Tabla 4.

En cuanto a los servicios estandarizados, se identifican en los NACT de agronomía y veterinarias, y en actividades como ensayos rutinarios y experimentales para la producción de hortalizas y vegetales, como, por ejemplo, el Biolab. También se destacan servicios a terceros relacionados con análisis virológicos y toxicológicos en animales, como los llevados a cabo por el NACT Cisapa.

Con relación a los servicios no estandarizados, se diferenciaron aquellos de baja complejidad y los denominados STAN (servicios tecnológicos de alto nivel). Los primeros incluyen consultorías, asistencia técnica y asesoramientos específicos de producción y/o gestión. Un ejemplo se observó en el Proanvet, que asesoró en la producción de compost a partir de residuos orgánicos equinos para una ONG, lo cual culminó en la creación de un fertilizante orgánico. En cuanto a los STAN, se destacan proyectos para el tratamiento de efluentes, desarrollados por Cisapa, e investigaciones sobre antibióticos en bovinos y cerdos por el Fisfarvet.

Tabla 4. Resultados para la innovación de los NACT

Impacto esperado	Categoría	NACT	Resultado	Descripción
Ambiental	Conservación y recuperación de agua y suelos	CISAPA	Servicio no estandarizado	Análisis de pastura para determinar el avance del quitridio en pastizales serranos.
	Manejo sostenible de ganado	CISAPA	Servicio estandarizado	Determinación de la expresión de citoquinas bovinas.
		FISFARVET	Producto	CControl.Ar
			Producto	Sensor de temperatura - Sensor de tos.
	Mitigación y adaptación al cambio climático	CISAPA	Servicio no estandarizado	Análisis de efluentes en descomposición.
		CRESCA	Servicio estandarizado	Análisis de suelos, compost y fertilizantes.
		INTELYMEC	Producto	<i>Arundo donax L.</i> como fuente de bioenergía.
		PROANVET	Producto	Cápsulas de metano SF6 - Tubos de acero inoxidable para recolección de aire.
			Producto	Prototipo de sensor de bajo costo para cuantificación de gas metano.
	Producción sustentable de alimentos sanos	BIOLAB	Servicio estandarizado	Laboratorio de valoración de calidad industrial de trigo.
		CISAPA	Servicio estandarizado	Diagnóstico virológico.
		CISAPA	Servicio no estandarizado	Detección, titulación y rango de hospedador de bacteriófagos sobre cepas de <i>Escherichia coli</i> .
			Servicio no estandarizado	Determinación de la actividad antiviral de productos sintéticos o biosintéticos, químicos o físicos.
		FISFARVET	Servicio no estandarizado	Estudio de la suplementación dietaria de aceites esenciales en cerdos.
Servicio no estandarizado			Desarrollo de formulaciones de ivermectina de larga acción en bovinos.	

Ambiental	Producción sustentable de alimentos sanos	FISFARVET	Servicio estandarizado	Determinar residuos y establecer tiempos de retiro de antimicrobianos en el cerdo.
			Servicio estandarizado	Asesoramiento y diagnóstico toxicológico.
		PROANVET	Servicio no estandarizado	Apoyo y asesoramiento en la elaboración de compost con los excrementos equinos.
		TECSE	Servicio estandarizado	Caracterización de oleaginosas y subproductos.
Social	Acceso a información y a tecnología	PROANVET	Producto	ACHA Sicel.
		TECSE	Servicio no estandarizado	Estudio de prefactibilidad agrícola e industrial.
Económico	Gestión más eficiente de riesgos productivos y comerciales	CESAL	Servicio no estandarizado	Intensificación sostenible de la producción de granos. Diagnóstico y recomendaciones.
		CIISAS	Servicio estandarizado	Intensificación sostenible de la producción de trigo, maíz y carne bovina.

Fuente: Elaboración propia a partir de las *Memorias Académicas de los NACT (2020 - 2022)*

En cuanto a relaciones de largo plazo con organizaciones y empresas, se identificaron tres NACT con vínculos sólidos: Proanvet, Ihlla y Fisfarvet. Proanvet ha mantenido una colaboración desde 1993 con la Asociación de Criadores de Holando Argentino (ACHA), lo que derivó en el desarrollo de la aplicación móvil ACHA CIEL, útil para sistematizar datos de evaluación genética. Este proyecto fue financiado por fondos privados de ACHA, aunque los entrevistados mencionaron que la migración hacia un sistema de datos abiertos es un desafío costoso y complejo.

El consorcio de cooperación público-privada Ihreda, conformado por Ihlla, Redimec S. A. y la Autoridad del Agua de la provincia de Buenos Aires, creado en 2015 a través de fondos de Fonarsec y capitales públicos y privados, se centra en monitoreos meteorológicos e hidrológicos y el desarrollo de estaciones meteorológicas para la prevención de inundaciones y sequías, para facilitar la toma de decisiones basadas en variables ambientales.

El *spin-off* surgido de Fisfarvet en 2017, Uniagro, se dedica al desarrollo de tecnologías agropecuarias de precisión y ha logrado licencias y reconocimientos por sus desarrollos tecnológicos, como el prototipo CControl.Ar, una cámara con tecnología *hard-soft* y algoritmos de inteligencia artificial que analiza la condición corporal del ganado, el cual resultó premiado como innovación AgroTech en 2019. Aunque ha financiado sus innovaciones con fondos públicos, los entrevistados reconocen limitaciones asociadas a la captación y retención de recursos humanos y la falta de financiamiento, los que impidieron escalar los desarrollos hacia un producto mínimo viable.

4.5. Impactos esperados

En las tablas presentadas, se describen actividades orientadas al sector AgroTech y, específicamente, con impacto esperado en términos de sustentabilidad. Por ejemplo, en la Tabla 1 se visualiza un predominio de proyectos de I+D con impactos esperados en términos

ambientales (26 proyectos), seguido de impactos económicos (4 proyectos) y, en menor medida, sociales (2 proyectos). Al analizar los proyectos I+D con impacto ambiental, se identifican más proyectos en las categorías de conservación de agua y suelos, mitigación y adaptación al cambio climático, y producción sustentable de alimentos. En menor medida, se observan proyectos en las categorías de manejo sustentable del ganado, menor uso de productos químicos y reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos.

En cuanto a las dimensiones de la sustentabilidad vinculadas a los “bienes públicos”, se evidencia una orientación descendente que abarca la mitigación y adaptación climática, la calidad y disponibilidad del agua, la funcionalidad de los suelos, la biodiversidad y el desarrollo territorial. Las tecnologías predominantes para el desarrollo de estos impactos incluyen biotecnología, robótica, inteligencia artificial, tecnologías limpias y TIC.

Con relación a los resultados para la innovación, los servicios estandarizados (consultoría, ensayos o asistencias técnicas) permiten brindar diagnósticos específicos y datos útiles para la toma de decisiones. Por ejemplo, si la organización es una institución pública, estos resultados pueden contribuir a la definición de políticas públicas que dinamicen el sector o un vertical AgroTech. Acerca de los servicios no estandarizados, si la vinculación se mantiene en el tiempo, puede llevar al desarrollo de tecnologías que mejoren la productividad o los aspectos socioambientales del sector. Esto se evidenció en NACT que han generado *spin-off*, o consorcios público-privados.

Con respecto a los productos desarrollados durante el periodo, algunos están en fase de prototipo, mientras que otros ya están en operación. Un ejemplo es CControl.Ar (Fisfarvet), que ofrece beneficios ambientales y sociales para los productores ganaderos, aunque enfrenta dificultades ya mencionadas. Esta aplicación facilita la trazabilidad del ganado Holando Argentino y mejora la toma de decisiones de los productores involucrados en el control lechero oficial.

El consorcio Ihreda (Ihlla), a través del desarrollo de estaciones meteorológicas, previene inundaciones y sequías, y facilita a los productores agropecuarios tomar decisiones productivas con impactos económicos positivos, además de contribuir con los impactos ambientales. Por su parte, el producto (en fase de prototipo) desarrollado por Intelymec genera impactos socioambientales al sustituir energía proveniente de combustibles fósiles por fuentes renovables (caña de azúcar), lo que también tiene implicaciones en industrias vinculadas, como la cementera. No obstante, la vinculación U-I en este último caso es incipiente, por lo que un desafío expuesto en las entrevistas está asociado a fortalecer los lazos público-privados para poder escalar la producción.

5. Conclusión

En este trabajo, se identifican las capacidades y los resultados para la innovación AgroTech con orientación a la sustentabilidad en un caso de estudio de una universidad nacional en Argentina y, en particular, de sus NACT. En términos generales, se pudo identificar en Unicen NACT con capacidades tecnológicas desarrolladas a partir estándares globales y con articulación U-I que dan cuenta de capacidades relacionales.

En términos de los impactos esperados en materia de sustentabilidad y el rol de los sistemas públicos de investigación para la generación de I+D con relación a los

“bienes públicos” (Trigo *et al.*, 2018), puede concluirse que en la Unicen, aunque sin contar con una política explícita en este sentido, se evidencia una orientación clara a atender la conservación de estos bienes en lo que se refiere a la mitigación y adaptación climática, calidad y disponibilidad del agua, funcionalidad de los suelos, biodiversidad y desarrollo territorial.

Este estudio contribuye a la ampliación de la teoría sobre capacidades para la innovación, poniendo de manifiesto que las capacidades tecnológicas posibilitan a los centros de I+D generar conocimiento y desarrollar invenciones e innovaciones en el sector AgroTech; sin embargo, son las capacidades relacionales las que facilitan la colaboración con actores del sector productivo, promoviendo la transferencia de tecnologías y la adopción de innovaciones. Esto es coincidente con lo planteado por Plewa *et al.* (2013) y Santini *et al.* (2021) sobre la importancia de los factores relacionales para mantener el éxito de la vinculación U-I.

Como limitaciones, se resalta que los resultados se limitan al análisis de la información declarada en las *Memorias Académicas* del último trienio de 14 NACT de la Unicen, y a la realización de entrevistas en profundidad a 10 investigadores de NACT. Emerge como cuestión recurrente la dificultad para encontrar información completa documentada de las actividades de vinculación. En los casos en los que se profundizó el análisis mediante entrevistas a los referentes de los NACT, se pudieron identificar acciones de vinculación no declaradas a priori en los informes de la *Memoria*. Esta situación implicaría un replanteo de la metodología de elaboración de la información documentada.

Respecto de las implicancias académicas, este estudio presenta un modelo conceptual empírico aplicable al análisis de la relación entre centros de I+D y el desarrollo tecnológico en distintos sectores, más allá del AgroTech. Se proponen indicadores específicos para evaluar las capacidades tecnológicas y relacionales de los NACT con impacto en la sostenibilidad. Además, en investigaciones futuras, se sugiere analizar el acople entre la oferta y la demanda tecnológica en el sector AgroTech, a partir de un análisis detallado de los centros de I+D como oferentes científicos. Con relación a política pública, en este trabajo se sostiene la postura acerca del rol crucial de los sistemas de I+D públicos en la promoción de tecnologías orientadas a la sustentabilidad. Las políticas públicas podrían enfocarse en fortalecer las capacidades de estos centros, particularmente en su relación con el sector productivo, creando comunidades o espacios de articulación/divulgación entre ambas partes. Apoyando la postura de Trigo *et al.* (2018), se resalta la necesidad de implementar estrategias que incentiven una colaboración más profunda entre las universidades y el sector productivo, orientadas a resolver problemas específicos de sustentabilidad en el contexto donde se desenvuelve, para contribuir con el desarrollo territorial.

Este trabajo compromete futuras investigaciones en el ámbito AgroTech que hagan posible indagar con mayor profundidad qué tan acoplados/desacoplados están los desarrollos tecnológicos generados por estos centros de I+D, con relación a las necesidades de la cadena agrícola en materia de sustentabilidad y AgroTech.

Rol del autor:

MIC: Determinación de la idea de investigación, conceptualización y planteamiento del problema, Construcción de marco conceptual, planteamiento metodológico, recolección y análisis de datos. Redacción de documento/Escritura-preparación de borrador original, Revisión y edición.

ABA: Conceptualización y planteamiento del problema, Construcción de marco conceptual, planteamiento metodológico, recolección y análisis de datos. Redacción de documento/Escritura-preparación de borrador original, Revisión y edición.

bibliografía

- 2017 **Albornoz, M., Barrere, R., Castro, M. y Carullo, J.** *Manual iberoamericano de indicadores de vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico. Manual de Valencia.* Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI) y Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología - RICYT. https://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2017/06/files_manual_vinculacion.pdf
- 2023 **Arditi, A., Camio, M. I., Velázquez, L. y Errandosoro, F.** Early adoption of Industry 4.0 technologies in the agricultural sector: A phenomenological analysis. *Journal of the international council for small business*, 4(3), 230-257. <https://doi.org/10.1080/26437015.2023.2201894>
- 2007 **Brown, M. G.** *Beyond the Balanced Scorecard: Improving Business Intelligence with Analytics.* Productivity Press.
- 2023 **Camio, M., Arditi, A., Vicente, J. y Carattoli, M.** Agrotech Ecosystems: Towards an Analysis of Capabilities and Innovation Outcomes in R & D Centers at the National University of the Center of the Province of Buenos Aires, Argentina. *Global journal of science frontier research: (D) agriculture and veterinary*, 23(5), 11-27.
- 2021 **Daum, T.** Farm robots: ecological utopia or dystopia? *Trends in ecology & evolution*, 36(9), 774-777. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.002>
- 2024 **Frankort, H. T. y Hagedoorn, J.** R&D alliances and open innovation: Review and opportunities. En H. Chesbrough, A. Radziwon, W. Vanhaverbeke y J. West, (Eds.), *The Oxford Handbook of Open Innovation.* Oxford University Press.
- 2000 **García, M. y Vergara, J.** La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. Enseñanza de las ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(3), 473-486.
- 2021 **Garnweidner Holme, L., Lieberg, H. S., Irgens Jensen, H. y Telle Hansen, V. H.** Facilitators of and barriers to collaboration between universities and the food industry in nutrition research: a qualitative study. *Food & nutrition research*, 65.
- 2024 **Hailu, A. T.** The role of university-industry linkages in promoting technology transfer: implementation of triple helix model relations. *Journal of Innovation and entrepreneurship*, 13(1), 25.
- 2020 **Hilbeck, A. y Tisselli, E.** The emerging issue of “digitalization” of agriculture. *The IAASTD+10 Advisory Group*, 59.
- 2010 **Isenberg, D.** *How to start an entrepreneurial revolution.* Harvard Business Review.
- 2019 **Klerkx, L., Jakku, E. y Labarthe, P.** A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture

bibliografía

- 4.0: new contributions and a future research agenda. *NJAS: wageningen journal of life sciences*, 90-91(1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Navarro, A., Soler, M., Avale, P., Villaggi, A., Cerrano, V. y Moine, V.**
- 2019 *Análisis, diagnóstico y recomendaciones para la aceleración del ecosistema AgTech en rosario y su región*. Consejo Federal de Inversiones de Santa Fe. <https://www.austral.edu.ar/wp-content/uploads/2023/08/Documento-Final-18-03-2020-1-1.pdf>
- Neves, A., Costa, J. y Reis, J.**
- 2021 Using a systematic literature review to build a framework for University-Industry linkages using open innovation. *Procedia computer science*, 181, 23-33. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.095>
- Perkmann, M., Neely, A. y Walsh, K.**
- 2011 How should firms evaluate success in university-industry alliances? A performance measurement system. *R&D management*, 41(2), 202-216. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00637.x>
- Plewa, C., Korff, N., Baaken, T. y Macpherson, G.**
- 2013 University-industry linkage evolution: an empirical investigation of relational success factors. *R&D management*, 43(4), 365-380.
- Rossoni, A., de Vasconcellos, E. y de Castilho Rossoni, R.**
- 2024 Barriers and facilitators of university-industry collaboration for research, development and innovation: a systematic review. *Management review quarterly*, 74(3), 1841-1877.
- Rotz, S., Duncan, E., Small, M., Botschner, J., Dara, R., Mosby, I. y Fraser, E.**
- 2019 The politics of digital agricultural technologies: a preliminary review. *Sociologia ruralis*, 59(2), 203-229. <https://doi.org/10.1111/soru.12233>
- Santini, M., Faccin, K., Balestrin, A. y Martins, B.**
- 2021 How the relational structure of universities influences research and development results. *Journal of business research*, 125, 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.12.018>
- Tolin, G. y Piccaluga, A.**
- 2024 University-industry knowledge transfer in the agri-food: a systematic literature review. *Knowledge management research & practice*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/14778238.2024.2314456>
- Trendov, N., Varas, S. y Zeng, M.**
- 2019 *Digital technologies in agriculture and rural areas. Briefing paper*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- Trigo, E., Diez, M., Mendez, J. y Demichelis, F.**
- 2018 *La revolución Agrotech en Argentina: financiamiento, oportunidades y desafíos*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires - Unicen.**
- 2017 *Documento de autoevaluación institucional*. <https://www.unicen.edu.ar/sites/default/files/DOCUMENTOFINAL.pdf>

bibliografía

**Vitón, R., García Plata, G.,
Soares, Y., Castillo, A. y Soto
Marió, A.**

2017 *AgroTech: Innovaciones que no sabías que eran de América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Vitón, R.

2019 *Innovación Agrotech en América Central y el Caribe: oportunidades y desafíos frente al cambio climático*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Yin, R. K.

2003 *Case study research: design and methods*. Sage.

Zarta Ávila, P.

2018 La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula rasa*, (28), 409-423. <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>