

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA

LICENCIATURA EN ECONOMÍA
TRABAJO FINAL

**“STARTUPS AGRIFOODTECH: UN ANÁLISIS EXPLORATORIO
PARA ARGENTINA Y CONSIDERACIONES SOBRE SU
IMPACTO EN LA CONCENTRACIÓN DE LOS MERCADOS DE
INSUMOS AGRÍCOLAS”**

ARRAIGADA, JULIÁN FRANCISCO
Legajo: A-5219/1

Docente Tutor: MAC CLAY, PABLO

Noviembre, 2024

Resumen

Las cadenas globales de valor agroalimentarias (CGVA) enfrentan presiones para mejorar su productividad y sustentabilidad ambiental. En este marco, las startups AgriFoodTech emergen como actores clave de la Agricultura 4.0, introduciendo tecnologías digitales que prometen eficientizar la producción y transformar la dinámica industrial de las CGVA. El presente trabajo tiene un doble propósito. En primer lugar, caracterizar las soluciones ofrecidas por las startups AgriFoodTech argentinas en términos de sus dimensiones socioeconómicas y tecnológicas. En segundo lugar, explorar el potencial de las soluciones de agricultura digital para influir en la concentración de los mercados globales de insumos agrícolas. En el trabajo se identificaron, caracterizaron y clasificaron 265 startups argentinas vinculadas a la agricultura digital. Los resultados indican que son empresas jóvenes orientadas a soluciones “tranqueras adentro”, ofreciendo tecnologías que no vienen a reemplazar las existentes, sino más bien son mayoritariamente complementarias a las mismas. Al menos en su estado actual, las startups muestran un potencial de impacto limitado para desafiar la posición dominante de las empresas líderes en los mercados de insumos agrícolas. Este análisis contribuye a comprender la relación entre innovación y concentración en las CGVA, brindando así nuevas perspectivas para startups, empresas consolidadas y hacedores de políticas públicas.

Palabras clave: startups, agrifoodtech, innovación, concentración, alimentos, organización industrial

Abstract

Global agri-food value chains (GVCs) face increasing pressure to enhance productivity and environmental sustainability. In this context, AgriFoodTech startups have emerged as key players in Agriculture 4.0, introducing digital technologies that promise to improve production efficiency and transform the industrial dynamics of GVCs. This study has two main objectives. First, to characterize the solutions offered by Argentine AgriFoodTech startups in terms of their socioeconomic and technological dimensions. Second, to explore the potential of digital agriculture solutions to influence the concentration of global agricultural input markets. The study identified, characterized, and classified 265 Argentine startups linked to digital agriculture. The findings reveal that these are young companies focused on upstream solutions, offering technologies that predominantly complement, rather than replace, existing ones. At least in their current state, these startups show limited potential to challenge the dominant position of leading companies in agricultural input markets. This analysis contributes to understand the relationship between innovation and concentration in GVCs, thus providing new insights for startups, established firms and policymakers.

Keywords: startups, agrifoodtech, innovation, concentration, food, industrial organization

1. Introducción

En el último siglo, el bienestar de las sociedades ha experimentado un notable progreso impulsado por saltos tecnológicos sustanciales, la rápida urbanización y las innovaciones en los sistemas productivos (FAO, 2017). En este contexto, las cadenas globales de valor agroalimentarias (CGVA) –que abarcan a todas las partes que participan en las actividades coordinadas de producción y valor agregado necesarias para fabricar alimentos a nivel global (Neven, 2014)– no han estado exentas de las transformaciones ocurridas en el sector primario (Barrett et al., 2022; Reardon et al., 2019). Las revoluciones agrícolas, especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XX con la denominada “Revolución Verde”, han logrado incrementos significativos en la producción y en la productividad agrícola, aumentando la disponibilidad de alimentos en el mundo (Piñeiro et al., 2021). Aún así, las CGVA del siglo XXI se enfrentan a múltiples retos: tienen que producir más alimentos para abastecer a una población en alza y con una menor mano de obra rural, contribuir al desarrollo general de los numerosos países emergentes dependientes de la agricultura, adoptar métodos productivos más eficientes y sostenibles –de la mano de las nuevas demandas sociales y ambientales– y adaptarse al cambio climático (Cerutti et al., 2023; Yang et al., 2024).

Así, en respuesta al incremento de las presiones sociales y ambientales de los consumidores, en los últimos años se han desarrollado innovaciones que buscan abordar estos desafíos, con el fin de fortalecer la resiliencia de las CGVA frente a posibles *shocks* y dirigirlas hacia modelos más sostenibles (Mac Clay et al., 2024). Estas innovaciones –enmarcadas en el quinto paradigma tecnoeconómico (Mikhailov, 2019)– conforman lo que la literatura ha de llamar la “Cuarta Revolución Agrícola” o “Agricultura 4.0” (Rose y Chilvers, 2018), caracterizada por innovaciones disruptivas, altamente intensivas en tecnología, y con potencial para redefinir las reglas del juego en el sector (Klerkx y Rose, 2020). Aunque todavía con discrepancias en cuanto al alcance del concepto, la Agricultura 4.0 tiene sus raíces en la Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial (Zambon et al., 2019), e incluye innovaciones digitales y biotecnológicas como la inteligencia artificial, internet de las cosas, big data, robótica, sensores, *blockchain*, agricultura celular, edición génica, biología sintética, producción de alimentos en laboratorio, nanotecnología, entre otras (Herrero et al., 2020, 2021; Klerkx et al., 2019).

La particularidad de esta nueva revolución es que muchas de las innovaciones en este campo provienen de pequeñas empresas emergentes de base tecnológica aplicadas al agro, conocidas como startups AgTech (o AgriTech) y FoodTech –también denominadas en conjunto startups AgriFoodTech–, que están empezando a ser vistas como actores relevantes en el debate y la realidad de la transformación de las CGVA, no solo por su potencial para contribuir a alcanzar más productividad, equidad y sostenibilidad, sino también porque conducen a tomar mejores decisiones agrícolas a partir de la recolección y el uso de datos (Pham y Stack, 2018; Klerkx y Villalobos, 2024). Especialmente, esta situación ha captado la atención de las empresas proveedoras de insumos agrícolas –como semillas, agroquímicos, fertilizantes y maquinaria– que detectan la posibilidad de que sus negocios se vean afectados por la agricultura digital, forzándolas a un mayor grado de competencia e interacción entre ellas (Pham y Stack, 2018). No obstante, en la actualidad, los mercados globales de insumos agrícolas siguen exhibiendo elevados índices de concentración y poder de mercado, en los que un reducido número de compañías marcan las pautas comerciales y tecnológicas (Mac Clay et al., 2024). Con este escenario, la prometida transformación en la agricultura corre el riesgo de verse ralentizada, o incluso frustrada, por bloqueos en ellas (Béné, 2022).

En los últimos años, la región de América Latina y el Caribe ha visto un rápido crecimiento en la cantidad de startups AgriFoodTech, especialmente en Brasil y Argentina, que concentran

el 51% y el 23% de estas compañías en la región, respectivamente (Vitón et al., 2019). En particular, la preeminencia de Argentina en este ámbito podría explicarse por una combinación de factores. A nivel externo, el país se posiciona como el tercer exportador neto de alimentos del mundo (Banco Mundial, 2024). Internamente, el sector agroindustrial contribuye con el 23,1% del PIB (FADA, 2024) y genera el 23% del empleo privado (FADA, 2024). Asimismo, Argentina ha sido pionera en la adopción de tecnologías agrícolas, como lo es la siembra directa (Scoconi et al., 2011), sugiriendo una tradición de innovación tecnológica en el agro. Sumado a ello, la existencia de entornos propicios y disponibilidad de profesionales calificados, parecen estar alentando el desarrollo de startups AgriFoodTech en el país (Navarro y Camusso, 2023).

A pesar de que una creciente cantidad de estudios analiza el potencial de las nuevas tecnologías en las CGVA (Herrero et al., 2020, 2021), escasa atención se ha dedicado a explorar la organización industrial que subyace en la dinámica de innovación tecnológica en ellas. En este sentido, el presente trabajo pretende: (1) caracterizar las soluciones ofrecidas por las startups AgriFoodTech argentinas en función de sus aspectos socioeconómicos y tecnológicos; y (2) explorar el potencial de las startups AgriFoodTech argentinas de agricultura digital para alterar los niveles de concentración en los mercados de insumos agrícolas vinculados a las CGVA. Complementariamente, se busca proporcionar una visión preliminar sobre cómo estas nuevas empresas están influyendo en la dinámica estratégica de la industria y cuáles podrían ser las implicancias para su evolución futura. Con estos propósitos, el trabajo ofrecerá una descripción de las soluciones ofrecidas por las startups AgriFoodTech argentinas siguiendo la categorización de Mac Clay et al. (2024) y McFadden et al. (2023). Posteriormente, se utilizarán las categorías de análisis elaboradas en el marco del presente estudio para explorar ideas acerca del potencial impacto de estas startups en la concentración y poder de los mercados de insumos agrícolas de las CGVA.

El trabajo se estructura en seis secciones. En la segunda sección, se presenta el marco teórico y conceptual que orienta el presente estudio. La tercera sección brinda una explicación detallada de los datos y metodología utilizada. En la cuarta sección, se describen las startups AgriFoodTech argentinas y se las clasifica en función a categorías relevantes en la literatura. En la quinta sección, se expone la organización industrial actual de los mercados globales de insumos agrícolas para luego explorar el potencial de las startups estudiadas para alterar su concentración. Finalmente, la sexta sección concluye con reflexiones sobre los hallazgos y su importancia en el campo de estudio.

2. Fundamentos teóricos y conceptuales

Los fundamentos teóricos y conceptuales de este trabajo se organizan en dos subsecciones. La primera aborda una descripción económica de la innovación, integrando el concepto de paradigma tecnoeconómico con enfoques Schumpeterianos y las relaciones entre innovación y estructuras de mercado. La segunda subsección se centra en la elaboración de categorías de análisis, desarrolladas a partir de la aplicación de conceptos sobre innovación en la economía agrícola y complementadas con lecturas específicas de la disciplina académica.

2.1 Una visión económica de la innovación

Los paradigmas tecnoeconómicos fueron introducidos por Freeman y Pérez (1988) y son definidos por Pérez (2010) como el resultado de un complejo proceso de aprendizaje colectivo articulado en un modelo mental dinámico de prácticas óptimas económicas, tecnológicas y organizativas para el período durante el cual una revolución tecnológica¹ específica es adoptada

¹ Una revolución tecnológica puede definirse como un conjunto interrelacionado de saltos tecnológicos radicales que conforman una gran constelación de tecnologías interdependientes; un “clúster” de “clústeres” o un sistema de sistemas (Pérez, 2010).

y asimilada por el sistema económico y social. Freeman y Pérez (1988) identifican cinco paradigmas que se sucedieron en forma cíclica desde fines del siglo XVIII: el primer paradigma estuvo marcado por el avance en la producción textil, la mecanización industrial y el desarrollo de canales y ríos para las comunicaciones; en el segundo ciclo, la introducción del ferrocarril y la máquina de vapor, impulsados por el uso de carbón como recurso esencial, se convirtieron en el motor principal; el tercer ciclo se caracterizó por la expansión de las industrias del acero, la química y la electricidad; el cuarto ciclo corresponde al modelo fordista de producción en masa, con el petróleo y otros recursos naturales como insumos fundamentales; por último, está transcurriendo la quinta ola, una era dominada por la informática, los microprocesadores y la producción flexible de productos diversificados.

Para analizar las repercusiones de los cambios entre paradigmas tecnoeconómicos en el sector agroalimentario, resulta fundamental comprender la estructura de las CGVA. Si bien este término engloba a mercados diferenciados e interconectados, ilustrados en la **Figura 1**, aquí se centra en el mercado de insumos agrícolas (semillas, agroquímicos, fertilizantes y maquinaria²).

Figura 1: Mercados de las CGVA.



Fuente: Elaboración propia.

A partir de la década de 1980, se produjo la transición desde el paradigma fordista con eje en la producción en masa de bienes físicos, hacia un nuevo enfoque de creación de valor basado en las tecnologías de la información y comunicación (TIC), generando una mayor integración del sector de servicios en la economía (Freeman y Pérez, 1988). Durante el siglo XX, los cambios técnicos en la agricultura se basaron en innovaciones en los campos biológico, químico y mecánico, desarrolladas por grandes empresas dominantes que proveían los insumos agrícolas (Mikhailov, 2019). Cada una de ellas operaba en mercados específicos, por lo que la posibilidad de competencia entre empresas de, por ejemplo, maquinaria y equipamiento agrícola, y aquellas de, por ejemplo, insumos químicos y biológicos, era casi nula (Pham y Stack, 2018).

No fue sino hasta entrado el nuevo milenio que el quinto paradigma tecnoeconómico entró en la agricultura (Kamilaris et al., 2017; Wolfert et al., 2017) y el escenario de la organización industrial de las CGVA comenzó a cambiar (Mikhailov, 2019). En el siglo XXI, las TIC parecen haber dado lugar a nuevas formas descentralizadas de innovación en el sector agroalimentario. Por un lado, se ha propiciado la aparición de un nuevo y creciente actor en este sector, como son las startups AgriFoodTech (Mikhailov, 2019). Por otro lado, se ha dado espacio para una mayor convergencia tecnológica, abriendo la posibilidad de que las empresas de agro y las de tecnología comiencen a competir y, potencialmente, a cooperar (Pham y Stack, 2018).

De tal manera, el análisis de la dinámica industrial de las CGVA puede ser abordado desde una perspectiva Schumpeteriana. La noción de que el desenvolvimiento económico de un sistema constituye un proceso endógeno, generado en condiciones de desequilibrio, y que la competencia se manifiesta a través de un proceso de destrucción creadora bajo distintas estructuras de mercado, fue desarrollada por Joseph Alois Schumpeter –de diferentes maneras– en sus trabajos “Teoría del desenvolvimiento económico” (1912) y “Capitalismo, socialismo y

² La industria semillera vende semillas de cultivos comerciales (principalmente cultivos herbáceos y semillas de hortalizas); el sector agroquímico fabrica y vende productos químicos para cultivos o pesticidas (incluidos herbicidas, insecticidas y fungicidas) utilizados en cultivos agrícolas; la industria de los fertilizantes fabrica y vende abonos sintéticos inorgánicos; el sector de la maquinaria agrícola fabrica equipos utilizados en la producción primaria e incluye, por ejemplo, tractores, maquinaria de henificación y recolección y equipos utilizados para plantar, abonar, arar, cultivar, regar, fumigar, etc. (IPES, 2017).

democracia” (1942) (Yoguel et al., 2013). En ellos, Schumpeter sugiere que el proceso de destrucción creadora implica la generación de innovaciones vinculadas a: *i*) la introducción de nuevos bienes o servicios de consumo en el mercado; *ii*) el surgimiento de un nuevo método de producción; *iii*) la apertura de un nuevo mercado; *iv*) la generación de una nueva fuente de oferta de materias primas; y *v*) un cambio en el proceso de gestión de cualquier organización.

A lo largo de su obra, Schumpeter dejó entrever dos patrones de innovación (Malerba y Orsenigo, 1996). El primero de ellos se conoce con el término “Schumpeter Mark I” y sus ideas están contenidas en “Teoría del desenvolvimiento económico” (1912). Según esta perspectiva, el patrón de innovación se caracteriza por la facilidad tecnológica de entrada en una industria y el papel fundamental que juegan las nuevas empresas en las actividades innovadoras. La destrucción creadora es iniciada por un empresario innovador –o emprendedor– que ingresa a una industria con nuevas ideas, productos o procesos, en nuevas empresas que desafían a las establecidas y, de este modo, interrumpe continuamente las formas actuales de producción, organización y distribución, eliminando así las cuasirentas asociadas con innovaciones anteriores. El segundo se denomina “Schumpeter Mark II” y sus principios son abordados en “Capitalismo, socialismo y democracia” (1942). Allí, Schumpeter sostiene que el proceso de destrucción creadora es conducido esencialmente por grandes empresas a través de sus laboratorios de investigación y desarrollo (I+D). En este caso, el patrón de innovación se identifica en grandes empresas que han institucionalizado la innovación mediante áreas de I+D, con equipos especializados y, con su acervo de experiencia, competencias avanzadas y recursos financieros, establecen barreras de entrada para nuevos emprendedores y pequeñas empresas.

Por ende, el análisis de la innovación en las CGVA actuales muestra una combinación de las características de los patrones de innovación Schumpeter Mark I y Mark II. En el paradigma tecnoeconómico anterior, las innovaciones tecnológicas para la agricultura estaban dominadas por grandes empresas que, mediante sus recursos, conocimientos acumulados y laboratorios de I+D, crearon barreras significativas para nuevos entrantes, alineándose con el modelo Mark II (Mikhailov, 2019; Pham y Stack, 2018). Sin embargo, con el paradigma tecnoeconómico de hoy, el respaldo de las TIC y menores barreras tecnológicas de entrada, la proliferación de startups AgriFoodTech ha dado lugar a un entorno de innovación más diverso y dinámico, en el cual pequeños emprendedores introducen continuamente nuevas ideas, productos y procesos (Mikhailov, 2019; Pham y Stack, 2018). De este modo, mientras que las grandes empresas continúan desempeñando un rol importante en la innovación de gran escala, las startups contribuyen con innovaciones que desafían las estructuras establecidas, revitalizando el sistema y abriendo nuevas oportunidades para la transformación del sector (Klerkx y Villalobos, 2024).

Sin embargo, aún cuando las startups AgriFoodTech introducen innovaciones activamente en las CGVA, operan en mercados marcados por la concentración (Clapp y Ruder, 2020). La concentración, junto con la densidad y participación de mercado –entendidas, respectivamente, como la cantidad de oferentes o demandantes en el mercado y la proporción de ventas o compras realizadas por un actor en relación con el total de transacciones–, así como las barreras a la entrada, salida y movilidad –caracterizadas como cualquier factor que dificulte o encarezca la entrada, la salida o la movilidad del o en el mercado–, conforman los tres elementos de lo que la microeconomía denomina la “estructura de mercado” (Shepherd y Shepherd, 2004). En este trabajo, se toma como referencia el concepto de concentración, definido como la participación de mercado conjunta de las mayores firmas, para analizar el mercado de insumos agrícolas en las CGVA. Este indicador puede evaluarse mediante diversas medidas, siendo una de las más comunes el índice Standard (*Std.*) o índice de concentración C_4 , que suma las participaciones de mercado en términos porcentuales de las cuatro mayores empresas del sector. Según Pellegrini (2014), este índice clasifica los niveles de concentración como “elevados” cuando supera el 60%, “moderados” entre el 40% y el 60%, y “no significativa” por debajo del 40%.

En este respecto, Mac Clay y Sellare (2022) observan una mutua determinación entre el proceso de innovación, en términos de su intensidad y características principales, y la estructura de las CGVA. El surgimiento de nuevas tecnologías puede modificar la estructura organizativa de las cadenas de valor, motivando ajustes en la gestión de insumos y procesos para mitigar riesgos y facilitar la adopción tecnológica. Simultáneamente, ciertas configuraciones de las cadenas de valor pueden ser propicias para fomentar innovaciones internas, promoviendo tanto la transferencia tecnológica como el aprendizaje colaborativo entre los actores de la cadena. De esta forma, el análisis de esta codeterminación permite identificar cómo las características estructurales de la cadena de valor pueden impulsar, o inhibir, el proceso de innovación en ella.

2.2 Elaboración de categorías de análisis

La evolución histórica de la agricultura a nivel global ha estado signada por numerosas innovaciones, que pueden agruparse en cuatro revoluciones diferentes (Latino et al., 2023). A pesar de que existen diversas corrientes de pensamiento sobre la evolución histórica de la agricultura, según (Bertoglio et al., 2021), el enfoque más aceptado entre los investigadores es aquel que identifica las siguientes fases de desarrollo. La Agricultura 1.0 se caracterizó por la intensiva mano de obra y el uso de la fuerza animal, junto con herramientas simples en las tareas agrícolas. Seguidamente, la Agricultura 2.0 marcó el inicio de la mecanización con la incorporación del motor a combustión, trayendo consigo un significativo aumento en la productividad y eficiencia; asimismo, se distinguió por la entrada de nuevos actores económicos en el sector, que fueron las grandes empresas. Posteriormente, la Agricultura 3.0, vinculada a la agricultura de precisión, permitió reducir el uso de productos químicos mediante innovaciones como la tecnología de aplicación a tasa variable; de igual manera, a mediados de la década de 1990, la agricultura vio la aparición de los primeros cultivos modificados genéticamente.

Por su parte, el término “Agricultura 4.0” ha surgido recientemente³ como una extensión de la “Industria 4.0” (Zambon et al., 2019) y se asocia con la agricultura digital ya que engloba una gama de tecnologías digitales, como la inteligencia artificial, big data, robótica, internet de las cosas, sensores remotos y *blockchain*, con un alcance que abarca a toda la cadena de valor agroalimentaria (Bertoglio et al., 2021). Asimismo, algunos autores incluyen en este concepto innovaciones biotecnológicas, como la edición génica, la impresión 3D de alimentos, el cultivo de carne, la agricultura vertical, y la agricultura circular (Klerkx y Rose, 2020). De esta manera, la Agricultura 4.0 se presenta como un término emergente y aún difuso, utilizado para referirse a una serie de tecnologías y conceptos diversos.

A diferencia de las revoluciones agrícolas previas, la innovación en la Agricultura 4.0 es a menudo impulsada por startups AgriFoodTech (Mikhailov, 2019). Aunque hasta el momento no existe una definición inequívoca del término “startup” (Klerkx y Villalobos, 2024), ni precisa y acotada sobre el contenido del concepto “AgriFoodTech” (Lachman et al., 2021), en este trabajo consideramos a las startups AgriFoodTech a aquellas organizaciones empresariales caracterizadas por: la innovación –pues basan su actividad en la investigación y el desarrollo con la finalidad de obtener un producto o servicio final único y diferenciado–, la escalabilidad –ya que buscan un modelo de negocio repetible y escalable a otros mercados–, y la temporalidad de su existencia –porque poseen un ciclo de vida propio, con un estadio de salida cuando alcanza el pico de su etapa de crecimiento– (Escartín et al., 2020). El enfoque de estas startups en el sector AgriFoodTech implica que comprende soluciones innovadoras a lo largo de toda la cadena agroalimentaria, un concepto que se resume en la expresión “*From farm to fork*”⁴.

³ El término “Agricultura 4.0” apareció por primera vez en la base de datos Web of Science en 2016 (Bertoglio et al., 2021).

⁴ Traducida al castellano como “Del campo a la mesa”.

En la literatura existen diversas propuestas para clasificar las soluciones desarrolladas por las startups AgriFoodTech (AgFunder, 2024; Herrero et al., 2020, 2021; Mac Clay et al., 2024; McFadden et al., 2023). Empero, debido a la naturaleza dinámica del sector y a la falta de criterios unificados sobre el alcance de los conceptos, ninguna tipología ha logrado una adopción universal. A pesar de ello, este trabajo sigue la clasificación de Mac Clay et al. (2024) para diferenciar a las startups que ofrecen soluciones en agricultura digital de otras soluciones que apuntan a segmentos diferentes de la cadena. Esta tipología, con un enfoque de la cadena de valor agroalimentaria en su totalidad, se desagrega en once soluciones que se ubican de acuerdo a su posición en la cadena de valor, sector y detalle de la tecnología. Adicionalmente, se utiliza la clasificación de McFadden et al. (2023) para caracterizar las soluciones de agricultura digital en sus tres categorías propuestas: “Datos y recopilación de datos”; “Soporte a la toma de decisiones”; y “Ajuste de equipos e insumos basado en datos”. Conforme al autor, ejemplos de la primera categoría incluyen datos obtenidos de equipos de monitoreo de rendimiento, diversos sensores e imágenes capturadas por drones, aeronaves o satélites. Las herramientas de soporte para la toma de decisiones incluyen mapas electrónicos u otras visualizaciones de datos georreferenciados, además de aplicaciones móviles y otras fuentes de análisis con recomendaciones de gestión. Las tecnologías de la tercera categoría abarcan principalmente sistemas de guía, control automático de secciones y aplicadores de tasa variable.

A su vez, la clasificación de innovaciones planteada en la literatura de la economía agrícola por Sunding y Zilberman (2001), distingue entre innovaciones corpóreas e incorpóreas⁵. Según una aplicación de esta distinción a las herramientas digitales en la agricultura realizada por Birner et al. (2021), las herramientas digitales corpóreas son aquellas que se integran en un equipo agrícola físico. Algunos ejemplos son los dispositivos integrados en maquinaria, como los módulos de pulverización selectiva, o los sensores que se colocan en los animales, como los bolos ruminales. En contraste, las herramientas digitales incorpóreas, no están integradas en un equipo agrícola específico, aunque necesitan un dispositivo físico para funcionar; por ejemplo, las aplicaciones de asesoramiento o de gestión agrícola para *smartphones*.

No obstante, esta distinción entre innovaciones corpóreas e incorpóreas resulta insuficiente para analizar plenamente el impacto de las startups AgriFoodTech en la concentración de las CGVA. En el ámbito de la organización industrial, diversos autores (Birner et al., 2021; Lavarello et al., 2019) enfatizan la relevancia de la tipología de bienes en términos de su relación con los productos y servicios existentes. Lavarello et al. (2019) sostiene que, a diferencia de las revoluciones tecnológicas previas, caracterizadas por la sustitución de tecnologías y la entrada de nuevos actores, la Agricultura 4.0 se asocia con un aprovechamiento de las complementariedades entre nuevas tecnologías facilitadoras y trayectorias tecnológicas existentes. Birner et al. (2021), por otro lado, argumenta que la sustituibilidad de productos en la agricultura digital puede ser considerado un factor que reduzca la concentración del mercado, ya que los productos sustitutos tienden a fomentar la entrada de nuevos actores y la competencia. Por ello, en este análisis se incorpora una interpretación conceptual de la distinción económica entre bienes sustitutos y complementarios. Los bienes sustitutos, al permitir prescindir de las tecnologías tradicionales –por ejemplo, un dron pulverizador que sustituye a la pulverizadora convencional–, pueden debilitar las barreras de entrada y estimular la competencia. En cambio, los bienes complementarios, al optimizar las tecnologías existentes y reforzar la dependencia de infraestructuras ya establecidas –como sensores de Internet de las cosas que mejoran la eficiencia de los sistemas de riego tradicionales–, tienden a fortalecer la posición de los actores dominantes en el mercado (Besanko et al., 2013).

⁵ Aunque podrían considerarse categorías adicionales para un análisis más preciso, se opta por trabajar únicamente con dos categorías de manera de simplificar y respetar la clasificación propuesta por los autores.

Por consiguiente, en función de la literatura, se ha desarrollado un marco conceptual con categorías de análisis específicas a este estudio para analizar las innovaciones impulsadas por las startups AgriFoodTech, que se expone en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1: Categorías de análisis para clasificar las soluciones de las startups AgriFoodTech.

		TIPO DE BIEN	
		<i>Sustituto</i>	<i>Complementario</i>
TIPO DE INNOVACIÓN	<i>Corpórea</i>	Innovaciones físicas que reemplazan bienes o procesos en el mercado.	Innovaciones físicas que facilitan y optimizan otros recursos o tecnologías ya existentes.
	<i>Incorpórea</i>	Herramientas digitales sin integración física específica que reemplazan procesos en el mercado.	Herramientas digitales sin integración física específica que facilitan y optimizan otros recursos o tecnologías ya existentes.

Fuente: Elaboración propia en base a Sunding y Zilberman (2001), Lavarello et al. (2019) y Birner et al. (2021).

Este marco considera dos dimensiones: por un lado, la distinción entre innovaciones corpóreas e incorpóreas; y por otro, la clasificación de bienes en sustitutos y complementarios. De tal forma, la combinación de estas dimensiones resulta en una matriz con cuatro cuadrantes, que proporciona una herramienta analítica para explorar el potencial de cambio que estas innovaciones tienen en la concentración de los mercados de insumos agrícolas de las CGVA.

3. Datos y metodología

La naturaleza dinámica, y aún emergente, del sector AgriFoodTech en Argentina, la región y el mundo, conduce a que, al menos para Argentina⁶, no existan bases de datos armonizadas que recojan sistemáticamente información de las startups de esta industria. Sin embargo, se dispone de información sobre las startups AgriFoodTech argentinas utilizada en estudios de investigación previos⁷ y proveniente de encuestas realizadas a los socios fundadores de mayor jerarquía de las startups, entre mayo y julio de 2022 (Fundación Endeavor Argentina y Bain & Company, 2022) y entre julio y octubre de 2023 (Navarro et al., 2024). Estas compañías, junto con búsquedas *ad hoc*, y consultas con expertos y actores del ecosistema emprendedor, consolidan una base de 265 startups AgriFoodTech argentinas⁸, la cual se estima representa el universo de este tipo de compañías en el país. Para efectos de esta investigación, se consideran startups AgriFoodTech “argentinas” a aquellas compañías que se fundaron en Argentina y operan en el país con un mínimo producto viable. De este modo, la investigación planteada en el trabajo se sirve de la base de datos enunciada como insumo principal.

⁶ Si bien las plataformas más conocidas en este ámbito son Crunchbase, TechCrunch, Pitchbook, Plug and Play, Deal Room y CB Insights (FAO, 2023), la información se encuentra desactualizada para nuestro país (Navarro et al., 2024).

⁷ Fundación Endeavor Argentina y Bain & Company (2022) y Navarro et al. (2024).

⁸ Detalladas en el **Anexo 1**.

Con estos datos, se clasifica la totalidad de las startups AgriFoodTech argentinas en función de las tipologías descritas en la segunda sección y según la información recabada en sus páginas web. Primeramente, se adopta la clasificación propuesta por Mac Clay et al. (2024) para diferenciar aquellas startups que ofrecen soluciones de agricultura digital de las otras que no⁹. A los fines de este trabajo, se consideran soluciones de agricultura digital a las desarrolladas por startups AgriFoodTech que quedan contenidas en la categoría “Agricultura de precisión, agricultura inteligente y robótica agrícola” definida por el autor. Posteriormente, con el fin de profundizar en el análisis de las startups dentro del ámbito de la agricultura digital, se emplea la tipología presentada por McFadden et al. (2023), que permite clasificar las soluciones digitales en tres categorías: “Datos y recopilación de datos”, “Soporte a la toma de decisiones” y “Ajuste de equipos e insumos basado en datos”. Finalmente, en pos de explorar el potencial de cambio que estas startups tienen en la concentración de los mercados de insumos agrícolas de las CGVA, se aplica el marco conceptual elaborado en este trabajo que clasifica a las startups AgriFoodTech de agricultura digital en estas categorías: “Corpórea y sustituto”, “Corpórea y complementario”, “Incorpórea y sustituto” o “Incorpórea y complementario”.

4. El panorama de las startups AgriFoodTech argentinas

El análisis de las startups AgriFoodTech en Argentina ha recibido un creciente interés en años recientes (Navarro et al., 2019, 2024; Navarro y Camusso, 2023; Arditi et al., 2022; Fundación Endeavor Argentina y Bain & Company, 2022; Lachman et al., 2021; Trigo et al., 2018). A partir del trabajo de Navarro et al. (2024), resulta pertinente ofrecer un diagnóstico de carácter ilustrativo del perfil socioeconómico de las startups AgriFoodTech argentinas. En este sentido, la **Tabla 1** presenta estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas. Se observa que la mayoría de estas compañías surgieron en la última década, con tres cuartas partes iniciando operaciones en 2016 o después. Su tamaño, reflejado en empleo, ingresos y mercado objetivo, también evidencia esta juventud: el 75% emplea a 21 personas o menos, dos tercios registran ingresos anuales menores a 240.000 dólares estadounidenses, y el 27% orienta sus ventas a mercados extranjeros. A su vez, el 90% de los emprendedores o socios fundadores de estas compañías se encuentran entre los 22 y 54 años, siendo la edad promedio y mediana de aproximadamente 41 años; además, exhiben un alto nivel educativo, puesto que el 85% ha completado estudios universitarios o de posgrado.

A continuación, se aplican las clasificaciones previamente definidas para caracterizar la distribución de las soluciones AgriFoodTech argentinas e identificar las principales tendencias y enfoques tecnológicos que predominan en el sector. Al final de la sección, la **Figura 2** resume la metodología implementada y los resultados obtenidos.

Utilizando la aplicación de la tipología de clasificación propuesta por Mac Clay (2024), las 265 startups AgriFoodTech argentinas presentan una diversidad de soluciones distribuidas a lo largo de toda la cadena de valor agroalimentaria¹⁰. Estas soluciones se agrupan en cuatro etapas: “Upstream” (cercanas al productor agropecuario y a la producción primaria de alimentos), “Midstream” (vinculadas al procesamiento de alimentos), “Downstream” (cercanas al consumidor final, asociadas a la distribución y venta de alimentos) y “Transversales a la cadena de valor”, reflejando diferentes niveles de participación. El primer segmento concentra el 67,17% de las soluciones, con un énfasis en los insumos agrícolas (59,25%). En este sector específico, las soluciones de “Agricultura de precisión, agricultura inteligente y robótica agrícola”, representan el 41,13% y constituyen el núcleo de aquello que aquí se define como agricultura digital. Estas startups se focalizan en el desarrollo de soluciones tales como la

⁹ En los casos en que una startup desarrolla innovaciones que podrían encuadrarse en más de una categoría de clasificación, para determinar su ubicación se prioriza la solución principal ofrecida por la empresa.

¹⁰ Se encuentran clasificadas en el **Anexo 2**.

recopilación de datos en tiempo real, el uso de imágenes satelitales y drones, softwares de gestión agrícola, tecnologías para ganadería de precisión y asesoramiento digital. Las startups de agricultura digital tienen el potencial de transformar las CGVA de insumos agrícolas ya que el vasto volumen de datos que generan, además de ser utilizado por los productores para optimizar sus decisiones y por las startups para perfeccionar sus tecnologías, también atrae a las empresas de insumos agrícolas, que pueden aprovecharlo para innovar en semillas y productos agroquímicos (Clapp y Ruder, 2020). En paralelo, los insumos biológicos (12,45%) y las soluciones de biotecnología para plantas, animales y alimentos (5,66%) consolidan el liderazgo de este segmento, mediante innovaciones como el desarrollo de nuevos rasgos genéticamente modificados, la edición génica, y productos farmacéuticos aplicados a la agroindustria. Finalmente, el 7,92% de las startups en esta etapa trabajan en alternativas a la producción agrícola extensiva, como soluciones hidropónicas o de agricultura interior.

Tabla 1: Perfil socioeconómico de las startups AgriFoodTech argentinas.

Variables numéricas	Obs.	Media	DE	Mín.	25° pct.	Med.	75° pct.	Máx.
Año de fundación	142	2016.6	6.5	1979.0	2016.0	2019.0	2020.0	2024.0
Cantidad de empleados	193	25.1	51.5	1.0	6.0	12.0	21.0	540.0
Edad del emprendedor	194	41.5	9.7	0.0	35.0	41.0	47.0	76.0
Variables categóricas	Obs.	Porcentaje de startups						
Rango de facturación (USD)								
		[0; \$45.000)	75				43,90%	
		[\$45.000; \$240.000)	33				19,30%	
		[\$240.000; \$1.500.000)	29				17,00%	
		[\$1.500.000; \$12.000.000)	25				14,60%	
		[\$12.000.000; \$17.000.000)	2				1,20%	
		[\$17.000.000; +∞)	7				4,10%	
Mercado objetivo								
		Nacional	143				73,30%	
		Extranjero	52				26,70%	
Nivel educativo del emprendedor								
		Educación Primaria	2				1,00%	
		Educación Secundaria	13				6,70%	
		Educación Terciaria	16				8,20%	
		Licenciatura o equivalente	86				44,30%	
		Maestría o equivalente	57				29,40%	
		Doctorado o equivalente	9				4,60%	
		Posdoctorado o equivalente	11				5,70%	

Fuente: Adaptado de “*Sustainability and economic performance of startups in the AgTech sector: empirical evidence from Argentina*”, Navarro et al. (2024).

En el segmento “Midstream”, que representa un 2,26% de las soluciones totales, las startups se enfocan en el desarrollo de proteínas cultivadas y otros ingredientes alimenticios derivados de tecnologías moleculares. Aunque su participación es reducida, este segmento refleja una tendencia emergente hacia la innovación en la transformación y el procesamiento de alimentos (Fatima et al., 2023). El segmento “Downstream” abarca el 13,96% de las soluciones ofrecidas, con una mayor presencia del comercio electrónico y *delivery* de alimentos (9,06%). Las startups en este ámbito desarrollan plataformas digitales que conectan productores con proveedores de insumos agrícolas, así como mercados de granos o ganado, y otras áreas que incluyen alimentos funcionales y saludables (4,15%). Por último, las soluciones “Transversales a la cadena de

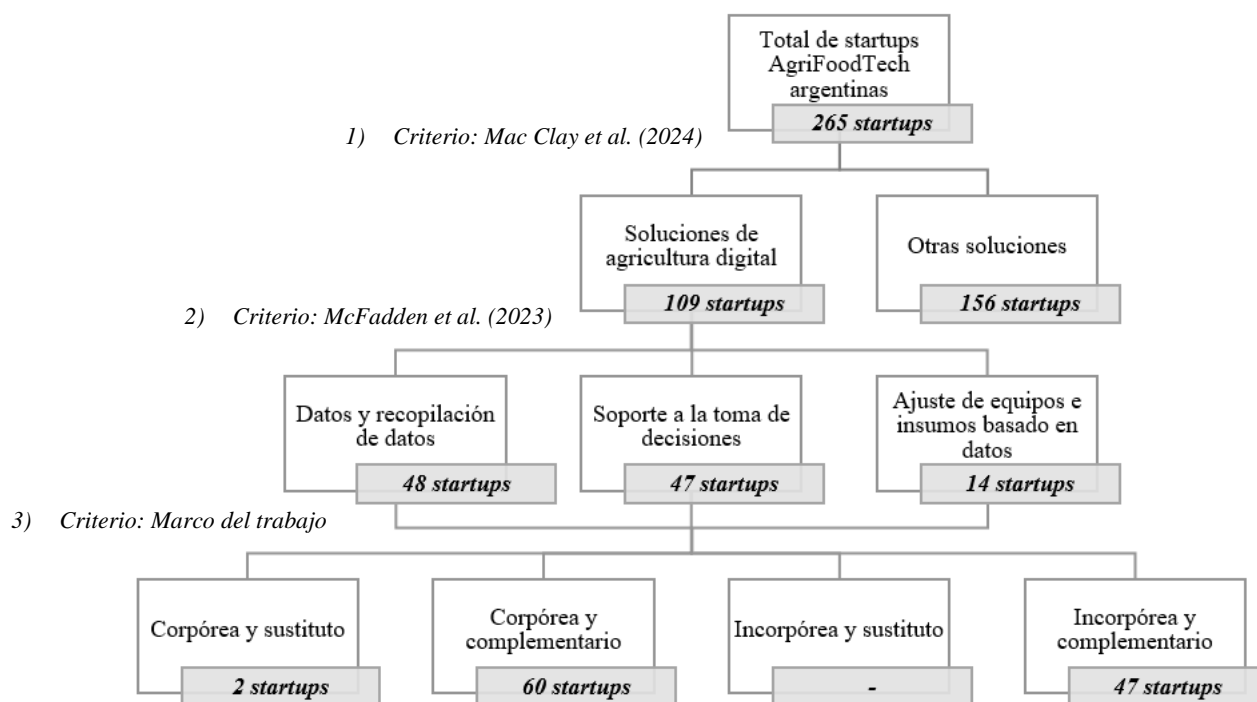
valor” (16,60%) abarcan soluciones en logística, trazabilidad, servicios financieros y gestión de residuos. Destacan las soluciones logísticas, de seguridad alimentaria y trazabilidad (6,79%), así como los servicios financieros para el sector agroalimentario (6,04%), centrados en innovaciones *fintech* y de pagos digitales. Además, las startups dedicadas a la reducción de pérdidas y el manejo de residuos representan el 3,77%, proponiendo iniciativas como el uso en cascada de desechos agrícolas y la reducción de desperdicios.

Este panorama evidencia la concentración de innovaciones “aguas arriba” –o “tranqueras adentro”–, enfocado en insumos agrícolas. En particular, las startups que ofrecen soluciones de agricultura digital redefinen las relaciones entre los actores tradicionales del sector e introducen nuevos modelos de negocio basados en la digitalización y el acceso a datos (Pham y Stack, 2018). Por tal motivo, este análisis prosigue a aplicar la tipología de clasificación de McFadden et al. (2023) y el marco elaborado en este trabajo, exclusivamente a las startups de agricultura digital, representadas en el grupo de tecnologías definido como “Agricultura de precisión, agricultura inteligente y robótica agrícola” en Mac Clay et al. (2024).

En este sentido, la distribución de este tipo de startups, según la clasificación de soluciones tecnológicas propuesta por McFadden et al. (2023), evidencia una predominancia hacia las categorías de “Datos y recopilación de datos” (44,04%) y “Soporte para la toma de decisiones” (43,12%). Esto refleja un enfoque de soluciones en la recolección de información y el desarrollo de herramientas analíticas para optimizar la toma de decisiones, lo que guarda coherencia con los resultados derivados de aplicar la tipología de clasificación de Mac Clay et al. (2024). En contraste, la categoría de “Ajuste de equipos e insumos basado en datos” alcanza solo un 12,84%, indicando una menor representación de estas soluciones.

Ahora bien, atendiendo a la clasificación de las startups conforme al marco de este trabajo –construido para explorar el potencial de impacto de las innovaciones en la concentración de mercado–, el análisis dentro del ámbito de la agricultura digital revela una inclinación evidente hacia el desarrollo de soluciones complementarias, tanto corpóreas como incorpóreas. De las 109 startups examinadas, el 55,05% –más de la mitad– se dedica a ofrecer soluciones corpóreas complementarias, mientras que el 43,12% se brinda soluciones incorpóreas complementarias. Por el contrario, las soluciones sustitutas tienen una presencia marginal: el 1,83% corresponde a soluciones corpóreas sustitutas y ninguna startup fue clasificada como incorpórea sustituta.

Este predominio de tecnologías complementarias parecería manifestar una orientación de las soluciones ofrecidas a integrarse dentro de los sistemas productivos ya existentes en lugar de sustituirlos, lo que está en línea con la observación de Lavarello et al. (2019), quien destaca que las tecnologías digitales tienden a reforzar las trayectorias tecnológicas presentes. Por ejemplo, en el caso de las soluciones corpóreas complementarias, se incluyen dispositivos que monitorean suelos, sistemas de riego de precisión o tecnologías que optimizan el uso de los insumos agrícolas. Para las soluciones incorpóreas complementarias, las herramientas digitales para la gestión agrícola y las plataformas de análisis de datos son ejemplos característicos. En ambos casos, son innovaciones donde es imposible prescindir de los insumos tradicionales. En cambio, las soluciones sustitutas, que reemplazan completamente productos, procesos o soluciones actuales, son prácticamente inexistentes en el ámbito de las startups AgriFoodTech argentinas de agricultura digital. Esto incluye tanto innovaciones corpóreas, tales como drones de pulverización agrícola, como tecnologías incorpóreas, tales como plataformas de comercio electrónico; sin embargo, esta última solución quedó fuera del alcance del concepto de agricultura digital utilizado en este trabajo. Este panorama sugeriría que, al menos en su estado actual, las startups argentinas de agricultura digital tienen un impacto limitado en la redistribución del poder de mercado y en la reducción de la concentración en los mercados de insumos agrícolas. Esta idea es explorada con mayor detalle en la próxima sección.

Figura 2: Esquema de la metodología aplicada y los resultados obtenidos.

Fuente: Elaboración propia.

5. Consideraciones sobre el impacto de las startups AgriFoodTech en la organización industrial de las CGVA

La presente sección se estructura en dos subsecciones. En la primera subsección se aborda la concentración actual en los mercados de insumos agrícolas de las CGVA y se exponen las consecuencias en el poder de mercado. En la segunda, se analizan los resultados de aplicar el marco de este estudio y se exploran ideas al respecto.

5.1 La concentración en los mercados de insumos agrícolas

Desde la década de 1990, la concentración de las CGVA ha aumentado en los sectores de semillas de cultivo, agroquímicos, fertilizantes, maquinaria agrícola y productos de sanidad y cría animal (Fuglie et al., 2012). El incremento de la concentración también se extiende más allá de la agricultura, influyendo en los intermediarios de productos primarios, el procesamiento de alimentos y bebidas y los minoristas (IPES, 2017). De acuerdo a Fuglie et al. (2012), este crecimiento puede derivar de diversas fuentes que impulsan la participación de mercado de las empresas: ofrecer productos o servicios de mayor calidad, mejorar su capacidad de comercialización, o competir con precios más bajos aprovechando economías de escala (Niosi, 2000). Otra vía importante para ampliar la participación de mercado es la consolidación mediante fusiones o adquisiciones con otras empresas del sector, motivadas por la dinámica del mercado, la aparición de nuevas tecnologías y las políticas gubernamentales (Smart et al., 2017). Según lo expone Clapp (2021), en los últimos años han ocurrido numerosas fusiones y adquisiciones en el mercado global de insumos agrícolas, consolidando un pequeño número de “megacompañías” que lideran la reconfiguración de las CGVA. Ejemplos de esta tendencia incluyen la fusión de Dow y DuPont en 2015, dando lugar a la creación de Corteva Agriscience; la compra de Syngenta por parte de ChemChina a principios de 2016; y la posterior adquisición de Monsanto por Bayer. Este sector, ya altamente concentrado y dominado desde principios de la década de 2000 por las “Seis Grandes”, ahora se encuentra bajo el control de cuatro grandes empresas –Bayer, Corteva, Syngenta y BASF– que muestra la **Tabla 2**.

Tabla 2: Niveles de concentración en los mercados globales de insumos agrícolas.

Semillas		Agroquímicos	
<i>Empresa</i>	<i>Participación de mercado</i>	<i>Empresa</i>	<i>Participación de mercado</i>
Bayer	30,10%	Bayer	27,40%
Corteva	22,70%	Syngenta	26,90%
Syngenta	7,80%	Corteva	16,80%
Vilmorin & Cie	4,40%	BASF	12,90%
Std.	65,00%	Std.	84,00%

Fertilizantes		Maquinaria agrícola	
<i>Empresa</i>	<i>Participación de mercado</i>	<i>Empresa</i>	<i>Participación de mercado</i>
Yara	7,00%	Deere & Co.	23,10%
Agrium Inc.	5,20%	CNH Industrial	13,30%
The Mosaic Company	4,90%	Kubota	8,80%
PotashCorp	3,90%	AGCO	8,50%
Std.	21,00%	Std.	53,70%

Fuente: Elaboración propia en base a IPES (2017).

Una interpretación microeconómica –a partir de Shepherd y Shepherd (2004) y Pellegrini (2014)– de la estructura de mercado global de insumos agrícolas sugiere que la concentración está particularmente marcada en los mercados de semillas y agroquímicos, a diferencia de los de fertilizantes y maquinaria agrícola, que presentan mayores niveles de competencia relativa. El mercado de semillas se ubica en la categoría de concentración elevada y, similarmente, el mercado de agroquímicos muestra una concentración aún más alta, reforzando la presencia de determinados actores en el sector. Este proceso de concentración ha estado impulsado por los altos costos del proceso de investigación y desarrollo y los riesgos de falla inherentes, que llevan a incrementar la escala económica y financiera necesaria para hacer frente a dicho proceso (McElroy, 2004). En tanto, mientras el mercado de fertilizantes¹¹ refleja una concentración no significativa con participaciones de mercado algo dispersas, en vistas de la naturaleza *commoditizada* de sus principales productos, la industria de maquinaria agrícola muestra una concentración moderada. A pesar de la falta de información pública detallada sobre la participación de mercado de las empresas de insumos agrícolas en Argentina, los datos disponibles indican que las cuatro compañías más importantes de agroquímicos a nivel mundial –Bayer, Corteva, Syngenta y BASF–, junto con FMC, concentran el 55% del mercado local de insumos (AgroPages, 2020).

Las implicancias de la creciente concentración en los mercados de insumos agrícolas y su consecuente incremento en el poder de mercado han sido abordadas en la literatura por diversos autores, incluyendo los trabajos de Fuglie et al. (2012), IPES (2017), Deconinck (2020), Clapp (2021) y Béné (2022). En este sentido, Clapp (2021) identifica múltiples maneras –tanto directa como indirectamente– en las que las empresas concentradas pueden ejercer su poder de

¹¹ A diferencia de las otras industrias del sector agroalimentario, la industria de los fertilizantes está impulsada por la necesidad intensiva de materias primas específicas de cada lugar (IPES, 2017).

mercado en el sector agroalimentario: configurando los mercados, configurando las agendas tecnológicas y de innovación, y configurando los marcos políticos y de gobernanza.

Respecto a la configuración de los mercados, Fuglie et al. (2012) señala que el aumento del poder de mercado derivado de esta concentración puede traducirse en precios más altos para los insumos que adquieren los productores, quienes muchas veces no pueden transferir estos costos a los consumidores debido a la presión de compradores igualmente concentrados. Además, la consolidación suele limitar las opciones disponibles, favoreciendo productos más rentables para las grandes empresas (Clapp, 2021). Por otro lado, la interpretación sobre las consecuencias de la concentración no es unívoca. Mientras que las teorías neoclásicas argumentan que las fusiones y adquisiciones permiten alcanzar economías de escala que podrían bajar los costos de I+D y acelerar la innovación, Béné (2022) advierte que, en muchos casos, los presupuestos destinados a innovación tienden a reducirse tras los procesos de consolidación y que, en cambio, los recursos se destinan a proteger sus negocios y disuadir nuevas innovaciones por parte de otros actores. No obstante, Deconinck (2020) señala que el panorama no es homogéneo: si bien existen estudios que vinculan la concentración con el aumento de precios de los insumos y la reducción en la innovación, las evidencias empíricas son ambiguas. Finalmente, la concentración influye en los términos del debate y moldea políticas públicas, lo que puede resultar en decisiones que favorecen a las grandes corporaciones en detrimento de los intereses de los productores y del medio ambiente (IPES, 2017).

Sin embargo, en el marco del actual paradigma tecnoeconómico impulsado por las TIC, la agricultura digital desafía la concentración y promete reconfigurar la gestión de las CGVA utilizando sensores, máquinas, drones, satélites, y otras tecnologías digitales para recopilar y supervisar datos sobre la ubicación, el clima, el estado de los cultivos, el suelo, el agua, el ganado, así como el consumo de energía, los precios e incluso las actividades de las personas (Latino et al., 2023). Consecuentemente, la capacidad de generar grandes volúmenes de información ha captado la atención tanto de actores establecidos en el sector como de nuevos actores. A medida que el poder en las CGVA se desplaza desde los insumos hacia los datos (Bronson, 2022), las relaciones estables entre los actores dominantes se ven puestas en tensión, especialmente en el ámbito de la competencia tecnológica (Lavarello et al., 2019).

Pese a que operan en mercados agroalimentarios concentrados, las startups AgriFoodTech emergen como protagonistas de la innovación en la agricultura digital (Klerkx y Villalobos, 2024). Lo que antes se planteaba como un proceso exclusivamente interno de las grandes firmas, hoy se reconfigura como un proceso de innovación distribuida, con más jugadores –y de menor tamaño– entrando en escena. Como resultado, diversos actores están invirtiendo en las soluciones digitales elaboradas por las startups. Entre ellos se encuentran, justamente, las grandes empresas proveedoras de insumos agrícolas, que están pasando de modelos de negocio basados en insumos (por ejemplo, suministrar herbicidas) a modelos de negocio basados en servicios (por ejemplo, ofrecer campos libres de malezas) (Birner et al., 2021). Estas empresas buscan activamente posicionarse como líderes de la agricultura digital, desarrollando su propia tecnología o comprando otras empresas¹² (Clapp y Ruder, 2020). Mac Clay et al. (2024) identifica tres tendencias que guían las inversiones de las dominantes: estrategias de mejora, para optimizar su *core* de negocio; estrategias defensivas, orientadas a controlar tecnologías que podrían competir con su negocio principal; y estrategias de cartera corporativa, dirigidas a captar nuevas oportunidades de negocio. Además, de acuerdo a Birner et al. (2021), grandes

¹² A modo de ejemplo, en los últimos años, BASF y Deere & Co. han lanzado sus propias plataformas agrícolas digitales. Asimismo, antes de ser adquirida recientemente por Bayer, Monsanto compró Climate Corporation, una startup de agricultura digital que desde entonces ha adquirido startups más pequeñas (Clapp y Ruder, 2020). En Argentina, BASF opera con su plataforma Xarvio, Bayer utiliza FieldView, y Syngenta implementa Cropwise.

empresas proveedoras de software y big data¹³, están comenzando a desempeñar un papel cada vez más relevante en este sector; al igual que las empresas de hardware no agrícola¹⁴, que fabrican componentes para la agricultura digital, como sensores, drones y equipos inteligentes. Esto ha propiciado un escenario de convergencia tecnológica que da lugar a que las empresas de tecnología y del sector agrícola puedan competir entre ellas y, eventualmente, cooperar en distintas áreas (Pham y Stack, 2018). La cuestión, entonces, radica en explorar si la digitalización en la agricultura actuará como un factor que refuerce la concentración de los mercados de insumos agrícolas o, por el contrario, abrirá camino para una mayor competencia en las CGVA. La próxima subsección aporta algunas ideas de discusión en esta línea.

5.2 Ideas exploratorias sobre el impacto de las startups en la concentración

A partir de los resultados descritos en la cuarta sección y con apoyo en la literatura relevante, es posible explorar ideas sobre cómo las startups AgriFoodTech argentinas de agricultura digital podrían influir en la dinámica de concentración de los mercados de insumos agrícolas vinculados a las CGVA. En razón de que actualmente no existe suficiente evidencia empírica al respecto, las ideas presentadas en este análisis deben considerarse como un ejercicio de exploración para comprender el potencial de impacto de estas startups en dicho contexto. A primera vista, el predominio de soluciones complementarias y la baja representación de tecnologías sustitutas parecen limitar su capacidad para alterar el actual equilibrio de poder.

Por un lado, por su propia naturaleza, las soluciones complementarias tenderían a reforzar la concentración de mercado (Birner et al., 2021). Las grandes empresas, debido a su acceso a recursos financieros y capacidad de inversión en innovación, pueden adquirir startups para evitar la entrada de innovaciones que las desafíen, o bien utilizar la adquisición de empresas para incorporar estas tecnologías en su propia oferta. Además, las startups que desarrollan tecnologías complementarias, ya sea corpóreas o incorpóreas, a menudo dependen de la infraestructura, los datos o los canales de distribución de estas grandes empresas, lo que limitaría su independencia y, en última instancia, reforzaría la posición de las dominantes.

Contrariamente, las soluciones sustitutas representan una oportunidad para generar un impacto disruptivo en el mercado. La creación de nuevas tecnologías, como maquinaria autónoma, podría facilitar la entrada de nuevos jugadores, rompiendo la barrera de entrada que imponen las grandes empresas y diversificando la oferta en el mercado de insumos agrícolas. Sin embargo, su baja representación entre las startups argentinas reflejaría que existen barreras de entrada, como los elevados costos de desarrollo, la falta de acceso a financiamiento y las dificultades para competir con los actores establecidos. Las grandes empresas, conscientes de la amenaza que representan ciertas innovaciones, pueden adoptar estrategias defensivas que salvaguarden su posición de liderazgo y neutralicen el impacto de las innovaciones que podrían desafiar sus propuestas de valor (Mac Clay et al., 2024).

A su vez, el tipo de innovación que desarrollen las startups AgriFoodTech, según sea corpórea o incorpórea, también influiría en su potencial para alterar la concentración en la industria de insumos agrícolas. Si bien las soluciones corpóreas impactan directamente en la producción agrícola, su capacidad para alterar las dinámicas de concentración sería limitada. La propia naturaleza corpórea de estas innovaciones requiere escala, proceso productivo e infraestructura física –y consecuentemente capital–, además de los canales necesarios para distribuir estos productos, constituyendo todo esto un set de barreras de entrada para las firmas de menor tamaño. En contraste, las soluciones incorpóreas presentarían un campo de acción diferente y con un potencial mayor para alterar las dinámicas de concentración industrial. Estas

¹³ Se destacan empresas como IBM, Microsoft y Google. En Argentina, puede mencionarse a Telecom.

¹⁴ Un ejemplo de estas empresas es Bosch.

tecnologías permitirían una flexibilidad mayor en cuanto a su escalabilidad y accesibilidad ya que las startups podrían ofrecer sus soluciones a una variedad de actores, dándoles un alcance potencialmente global.

Un elemento clave en esta discusión es la compatibilidad tecnológica, pues según Birner et al. (2021), la interoperabilidad entre distintas herramientas digitales y maquinaria agrícola puede influir en la concentración de mercado. Si las startups desarrollan tecnologías que no son compatibles con los sistemas de las dominantes, podrían tener dificultades para escalar y captar usuarios. Por el contrario, promover estándares que garanticen la interoperabilidad podría reducir las barreras de entrada y favorecer la competencia. Finalmente, el acceso a información y uso de big data se perfila como otro factor que puede reforzar las dinámicas de concentración. En este punto, surge una cuestión que está vinculada a la propiedad y gobernanza de esos datos. Las tecnologías digitales generan una gran cantidad de datos que, si son utilizados exclusivamente por las grandes empresas de insumos agrícolas, podrían consolidar aún más sus ventajas al optimizar sus procesos, reducir sus costos y ajustar sus precios.

En conclusión, las startups AgriFoodTech argentinas tienen potencial para influir en las dinámicas de concentración en los mercados de insumos agrícolas, pero esto no es un proceso que ocurrirá automáticamente. La posibilidad concreta de que las startups sean un agente de cambio significativo en la organización industrial de los mercados de insumos agrícolas depende de numerosos factores, vinculados al tipo de tecnología, la capacidad de escalar y superar barreras y la respuesta de las empresas dominantes, entre otros. Las reflexiones finales de este análisis, junto con las implicancias prácticas para startups, empresas y hacedores de políticas públicas, se abordan en la siguiente sección.

6. Reflexiones finales

En las últimas décadas, las cadenas globales de valor agroalimentarias han experimentado transformaciones motivadas, entre otros factores, por dos tendencias. Por un lado, una concentración creciente a lo largo de sus mercados, dominados por un pequeño número de empresas con alto poder de mercado. Por otro lado, la irrupción del paradigma tecnoeconómico basado en las TIC, que dio lugar al desarrollo de innovaciones digitales que están redefiniendo las dinámicas del sector. En este contexto, surge un nuevo actor como agente de cambio tecnológico y estratégico que desafía los modelos tradicionales: las startups AgriFoodTech. Sus soluciones digitales no solo prometen contribuir a lograr en las CGVA mayor equidad de acceso, productividad y sostenibilidad, sino también ayudar al sector agrícola a mejorar la toma de decisiones a partir de la recolección y el uso de los datos. Específicamente, esto ha suscitado el interés de las empresas proveedoras de insumos agrícolas a nivel global que ven influenciados sus negocios. En tal sentido, la capacidad de las startups para generar un impacto estructural depende de diferentes aspectos, incluida la interacción con actores dominantes del sector. A continuación, se presentan las principales conclusiones del trabajo.

En primer lugar, se evidencia la naturaleza emergente y dinámica de este campo de estudio, traducida en la ausencia de definiciones universales y acuerdos conceptuales. Términos como “Agricultura 4.0”, “agricultura digital”, “startup” y “AgriFoodTech” aún carecen de un alcance uniforme y plenamente establecido en la literatura. Por lo tanto, se espera que el presente trabajo contribuya a consolidar estos conceptos proporcionando un marco inicial que permita avanzar en la comprensión de las innovaciones y su impacto potencial en las CGVA.

Por su parte, la caracterización de las startups AgriFoodTech argentinas indica que son compañías de reciente creación lideradas por emprendedores jóvenes con un alto nivel educativo. Asimismo, las startups presentan una marcada orientación hacia soluciones digitales “tranqueras adentro”, con un predominio de aquellas basadas en la recolección de datos y el

apoyo en la toma de decisiones. Las soluciones ofrecidas, ya sean corpóreas o incorpóreas, se caracterizan por su naturaleza principalmente complementaria para con la tecnología existente.

En el marco de la creciente concentración y la difuminación de fronteras al interior de las CGVA, la convergencia tecnológica entre startups AgriFoodTech de agricultura digital y empresas dominantes de insumos agrícolas abre interrogantes sobre el futuro del sector agroalimentario. Por un lado, la digitalización puede actuar como un catalizador de competencia al introducir nuevos actores y modelos de negocio. Por otro, la absorción de startups por parte de las empresas consolidadas podría reforzar las tendencias de concentración, limitando el impacto transformador de estas innovaciones. Los resultados exploratorios sugieren que, si bien las startups AgriFoodTech argentinas muestran potencial para influir en las dinámicas de concentración de los mercados globales de insumos agrícolas, su capacidad para alterarlas es limitada debido a las barreras existentes en el sector y a su enfoque predominante en soluciones complementarias. Generar soluciones y proponer innovaciones es un proceso diferente al de escalar, comercializar y distribuir masivamente estas soluciones, situación para la cual las grandes firmas aún dominan la escena. La capacidad de las startups para generar cambios y así contribuir a fomentar una mayor competencia y redistribuir el poder en los mercados de las CGVA, dependerá de su habilidad para superar desafíos relacionados con el acceso a recursos, la interoperabilidad tecnológica y la gobernanza de los datos.

A partir de lo expuesto, este trabajo permite recoger aprendizajes para distintos actores de interés. En la era de la digitalización, la innovación está redefiniendo el panorama para las grandes empresas que se ven obligadas a desarrollar capacidades de innovación abierta. La colaboración con actores externos se vuelve un imperativo en pos de aprovechar el potencial de las nuevas tecnologías y mantener la competitividad en un mercado globalizado y dinámico. Al mismo tiempo, las TIC han reducido las barreras de entrada de los mercados agroalimentarios para que nuevos actores ingresen allí e introduzcan innovaciones digitales. No obstante, las startups siguen enfrentando obstáculos para escalar sus soluciones y lograr una mayor penetración en los mercados. Para superar estas barreras y escalar sus productos, será necesario que consoliden alianzas con actores establecidos para acceder a infraestructura, recursos, y redes de distribución. Lo expuesto previamente pone de manifiesto que la presencia de startups por sí sola no parece ser suficiente para revertir la concentración en las CGVA. Este escenario demanda implementar políticas públicas que promuevan un entorno más inclusivo, que combine inversión pública en I+D con marcos regulatorios orientados a mitigar los riesgos de concentración. Complementariamente, se requieren medidas que faciliten el acceso a recursos y mercados, garanticen la interoperabilidad tecnológica, y resuelvan los desafíos de infraestructura y financiación que enfrentan las startups para mejorar su competitividad y sortear los desafíos actuales.

Así, el presente trabajo constituye un primer esfuerzo por explorar el rol de las startups AgriFoodTech de agricultura digital en la transformación de las CGVA, con un enfoque particular en Argentina. A través de la caracterización de estas startups y la descripción de la organización industrial de los mercados globales de insumos agrícolas, se exploraron ideas sobre su capacidad para incidir en los niveles de concentración de estos mercados. No obstante, los resultados aquí presentados no son concluyentes; por el contrario, se espera que futuras investigaciones amplíen y enriquezcan este análisis. En virtud de que se priorizó una exploración con la mirada puesta en las soluciones ofrecidas por las startups, sería valioso que próximos estudios continúen analizando la organización industrial de estos mercados mediante una profundización en el papel que desempeñan las empresas dominantes y sus estrategias de interacción con las startups que desarrollan nuevas tecnologías, considerando dinámicas tales como inversiones, adquisiciones, fusiones y alianzas estratégicas. Asimismo, sería relevante contar con información pública más precisa sobre la concentración de mercados de insumos

agrícolas del mundo, en general, y de Argentina, en particular, ya que de esta forma se podrían integrar con mayor pertinencia las particularidades locales. A su vez, explorar la evolución dinámica del mercado, e incorporar factores como regulaciones, políticas públicas y la adopción tecnológica por parte de los productores agrícolas, abriría nuevas perspectivas para comprender las fuerzas que moldean la estructura de este sector en constante cambio y alcanzar un entendimiento más integral del fenómeno.

Referencias bibliográficas

- AgFunder. (2024). *Global AgriFoodTech Investment Report 2024*. <https://agfunder.com/research/agfunder-global-agrifoodtech-investment-report-2024/>
- AgroPages. (2020). *2020 Latin America Focus*.
- Arditi, A. B., Camio, M. I., & Celiberti, M. B. (2022). Ecosistema AgroTech: Análisis de la oferta tecnológica en la región centro de la Provincia de Buenos Aires. *Pymes, Innovación y Desarrollo*, 10(3), Article 3.
- Banco Mundial. (2024). *Hacia un sector agroalimentario más competitivo, inclusivo y resiliente en Argentina*. Washington, DC: Grupo Banco Mundial.
- Barrett, C. B., Reardon, T., Swinnen, J., & Zilberman, D. (2022). Agri-food Value Chain Revolutions in Low- and Middle-Income Countries. *Journal of Economic Literature*, 60(4), 1316-1377. <https://doi.org/10.1257/jel.20201539>
- Béné, C. (2022). Why the Great Food Transformation may not happen – A deep-dive into our food systems' political economy, controversies and politics of evidence. *World Development*, 154, 105881. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.105881>
- Bertoglio, R., Corbo, C., Renga, F. M., & Matteucci, M. (2021). The Digital Agricultural Revolution: A Bibliometric Analysis Literature Review. *IEEE Access*, 9, 134762-134782. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3115258>
- Besanko, D. A., Dranove, D. S., Schaefer, M., & Shanley, M. (2013). *Economics of Strategy*. (6th ed.) John Wiley & Sons, Inc.
- Birner, R., Daum, T., & Pray, C. (2021). Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43(4), 1260-1285. <https://doi.org/10.1002/aapp.13145>
- Bronson, K. (2022). *The Immaculate Conception of Data: Agribusiness, Activists, and Their Shared Politics of the Future*. McGill-Queen's University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv307fhbd>
- Cerutti, N., Lamb, W. F., Crippa, M., Leip, A., Solazzo, E., Tubiello, F. N., & Minx, J. C. (2023). Food system emissions: A review of trends, drivers, and policy approaches, 1990–2018. *Environmental Research Letters*, 18(7), 074030. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acddfd>
- Clapp, J. (2021). The problem with growing corporate concentration and power in the global food system. *Nature Food*, 2(6), 404-408. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00297-7>
- Clapp, J., & Ruder, S.-L. (2020). Precision Technologies for Agriculture: Digital Farming, Gene-Edited Crops, and the Politics of Sustainability. *Global Environmental Politics*, 20(3), 49-69. https://doi.org/10.1162/glep_a_00566
- Deconinck, K. (2020). *Concentration in Seed and Biotech Markets: Extent, Causes, and Impacts* (SSRN Scholarly Paper No. 3716721). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-102319-100751>
- Escartín, D., Marimon, À., Rius, A., Vilaseca, X., & Vives, À. (2020). *Startup: Concepto y ciclo de vida*. 30.
- Fatima, N., Emambux, M. N., Olaimat, A. N., Stratakos, A. C., Nawaz, A., Wahyono, A., Gul, K., Park, J., & Shahbaz, H. M. (2023). Recent advances in microalgae, insects, and

- cultured meat as sustainable alternative protein sources. *Food and Humanity*, 1, 731-741. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.07.009>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (Ed.). (2017). *The future of food and agriculture: Trends and challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Freeman, C., & Pérez, C. (1988). Structural Crisis of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour, in: Dosi, G. (Ed.), *Technical Change and Economic Theory*. Pinter London, pp. 38-66.
- Fuglie, K., King, J. L., Heisey, P. W., & Schimmelpfennig, D. (2012). Rising Concentration in Agricultural Input Industries Influences New Farm Technologies. *Amber Waves: The Economics of Food, Farming, Natural Resources, and Rural America*, 04. <https://econpapers.repec.org/article/agsuersaw/142404.htm>
- Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina. (2024). Aporte de las Cadenas Agroindustriales al PBI.
- Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina. (2024). Empleo en las Cadenas Agroindustriales.
- Fundación Endeavor Argentina y Bain & Company. (2022). Situación actual y perspectivas del ecosistema AgTech de Argentina.
- Herrero, M., Thornton, P. K., Mason-D’Croz, D., Palmer, J., Benton, T. G., Bodirsky, B. L., Bogard, J. R., Hall, A., Lee, B., Nyborg, K., Pradhan, P., Bonnett, G. D., Bryan, B. A., Campbell, B. M., Christensen, S., Clark, M., Cook, M. T., de Boer, I. J. M., Downs, C., ... West, P. C. (2020). Innovation can accelerate the transition towards a sustainable food system. *Nature Food*, 1(5), 266-272. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0074-1>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Mason-D’Croz, D., Palmer, J., Bodirsky, B. L., Pradhan, P., Barrett, C. B., Benton, T. G., Hall, A., Pikaar, I., Bogard, J. R., Bonnett, G. D., Bryan, B. A., Campbell, B. M., Christensen, S., Clark, M., Fanzo, J., Godde, C. M., Jarvis, A., ... Rockström, J. (2021). Articulating the effect of food systems innovation on the Sustainable Development Goals. *The Lancet Planetary Health*, 5(1), e50-e62. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30277-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30277-1)
- IPES-Food. (2017). Too big to feed: Exploring the impacts of mega-mergers, concentration, concentration of power in the agri-food sector. www.ipes-food.org
- Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23-37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Klerkx, L., & Rose, D. (2020). Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: How do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways? *Global Food Security*, 24, 100347. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>
- Klerkx, L., & Villalobos, P. (2024). Are AgriFoodTech start-ups the new drivers of food systems transformation? An overview of the state of the art and a research agenda. *Global Food Security*, 40, 100726. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100726>

- Lachman, J., López, A., Tinghitella, G., & Gómez-Roca, S. (2021). Las Agtech en Argentina: desarrollo reciente, situación actual y perspectivas. Serie Documentos de Trabajo del IIEP, 57, 1-55. http://iiep-baires.econ.uba.ar/documentos_de_trabajo
- Latino, M. E., Corallo, A., Menegoli, M., & Nuzzo, B. (2023). Agriculture 4.0 as Enabler of Sustainable Agri-Food: A Proposed Taxonomy. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(10), 3678-3696. *IEEE Transactions on Engineering Management*. <https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3101548>
- Lavarello, P., Bil, D., Vidosa, R., & Langard, F. (2019). Reconfiguración del oligopolio mundial y cambio tecnológico frente a la agricultura 4.0: Implicancias para la trayectoria de la maquinaria agrícola en Argentina. *Ciclos en la Historia, la Economía y la Sociedad*, 53, Article 53.
- Mac Clay, P., Feeney, R., & Sellare, J. (2024). Technology-driven transformations in agri-food global value chains: The role of incumbent firms from a corporate venture capital perspective. *Food Policy*, 127, 102684. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2024.102684>
- Mac Clay, P., & Sellare, J. (2022). Value chain transformations in the transition to a sustainable bioeconomy. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4193583>
- Malerba, F., & Orsenigo, L. (1996). Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific. *Research Policy*, 25(3), 451-478. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(95\)00840-3](https://doi.org/10.1016/0048-7333(95)00840-3)
- McElroy, D. (2004). Valuing the product development cycle in agricultural biotechnology—what's in a name?. *Nature biotechnology*, 22(7), 817-822.
- McFadden, J., Njuki, E., & Griffin. (2023). *Precision Agriculture in the Digital Era: Recent Adoption on U.S. Farms*.
- Mikhailov, A. (2019). *Agriculture 4.0: Innovation and absorptive capacity in agtechs*. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/197875>
- Navarro, A. I., & Camusso, J. (2023). Opportunities and Challenges for the New Generation of Sustainable AgTech Startups in LAC. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4417489>
- Navarro, A. I., Camusso, J., Varvello, J. C., Soler, M. J., & Arraigada, J. (2024). *Sustainability and economic performance of startups in the AgTech sector: Empirical evidence from Argentina* (SSRN Scholarly Paper No. 4974629). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4974629>
- Navarro, A. I., Soler, M. J., Avalle, P. S., Villaggi, A., Cerrano, V. A., & Moine, V. (2019). *Análisis, diagnóstico y recomendaciones para la aceleración del ecosistema AgTech en Rosario y su región*. Universidad Austral.
- Neven, D. (2014). *Developing sustainable food value chains: Guiding principles*. FAO.
- Niosi, J. (2000). Science-based industries: A new Schumpeterian taxonomy. *Technology in Society*, 22(4), 429-444. [https://doi.org/10.1016/S0160-791X\(00\)00028-2](https://doi.org/10.1016/S0160-791X(00)00028-2)
- Pellegrini, J. L. (2014). Estructuras de mercados.
- Pérez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), pp. 185–202.
- Pham, X., & Stack, M. (2018). How data analytics is transforming agriculture. *Business Horizons*, 61(1), 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.09.011>

- Piñeiro, M., Luiselli, C., Ramos, A., y Trigo, E. (2021). El sistema alimentario global: una perspectiva desde América Latina. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Teseo.
- Reardon, T., Echeverria, R., Berdegué, J., Minten, B., Liverpool-Tasie, S., Tschirley, D., & Zilberman, D. (2019). Rapid transformation of food systems in developing regions: Highlighting the role of agricultural research & innovations. *Agricultural Systems*, 172, 47-59. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.022>
- Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>
- Schumpeter, J. A. (1912). Teoría del desenvolvimiento económico. Fondo de Cultura Económica, México, 1944.
- Schumpeter, J. A. (1942). Capitalism, socialism and democracy. Nueva York, Harper, 1975.
- Scoconi, L., Durán, R., Pesce, G., & Batista, M. D. (2011). *Difusión de la innovación tecnológica: El caso de la siembra directa en Argentina y su comparación con Brasil*. 9(1), 11-25.
- Shepherd, W. G., & Shepherd, J. M. (2004). The Economics of Industrial Organization. 5th ed. Long Grove, IL: Waveland Press.
- Smart, R. D., Blum, M., & Wesseler, J. (2017). Trends in Approval Times for Genetically Engineered Crops in the United States and the European Union. *Journal of Agricultural Economics*, 68(1), 182-198. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12171>
- Sunding, D., & Zilberman, D. (2001). Chapter 4 The agricultural innovation process: Research and technology adoption in a changing agricultural sector. En *Handbook of Agricultural Economics* (Vol. 1, pp. 207-261). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(01\)10007-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(01)10007-1)
- Trigo, E., Fernández Díez, M. C., Méndez, J. C., y Demichelis, F. (2018). La revolución Agrotech en Argentina: Financiamiento, oportunidades y desafíos. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D. Disponible en C.1-100.<http://dx.doi.org/10.18235/0001154>.
- Vitón, R., Castillo, A., & Teixeira, T. L. (2019). AGTECH: Mapa de la innovación Agtech en América Latina y el Caribe. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0001788>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Yang, Y., Tilman, D., Jin, Z., Smith, P., Barrett, C. B., Zhu, Y.-G., Burney, J., D'Odorico, P., Fantke, P., Fargione, J., Finlay, J. C., Rulli, M. C., Sloat, L., Groenigen, K. J. van, West, P. C., Ziska, L., Michalak, A. M., Team, the C.-A., Lobell, D. B., ... Zhuang, M. (2024). Climate change exacerbates the environmental impacts of agriculture. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.adn3747>
- Yoguel, G., Barletta, F., & Pereira, M. (2013). *De Schumpeter a los postschumpeterianos: Viejas y nuevas dimensiones analíticas*.
- Zambon, I., Cecchini, M., Egidi, G., Saporito, M. G., & Colantoni, A. (2019). Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. *Processes*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/pr7010036>

Anexo 1: Listado de las startups AgriFoodTech argentinas analizadas.

Acqua Garden, Acronex, Corvus, AGidea, Agras, Agree, Agripay, AgriRed, Agro Advance Technology, Agro24, Agroads, Agroapp, AgroBrowser, Agrocanje, Agrocheck, Agroconsultas, Agrodrops, Agroentregas, Agrofya, AgroGI, Agrojusto, Agrology Agro, Agromapas, Agropago, AgroPro, Agrosense, Agrospray, Agrosty, Agrotoken, AgroToolbox, Agrovants, Albor, Algaebio+, Almerix, Alytix, Amauta Agro, Apelie Robotics, Apolo Biotech, Aprilis, Aqua Float, Aseagro, Aura Offsets, Auravant, Avancargo, Babel Hidroponia, Bactools, Bamba, Bastó, BeamCrop Tech, BeeFlow, BeeVAI, Bife, Bioagro, Bioeutectics, Biofeed Tech, BioHeuris, Bioinnovo, Biotango, Biotoken, Biovita, Bipolos, Bit, Bovinapp, Briste, Caburé, Calice Biotech, Caligenia, Campo Preciso, Campo Ya, Camps Foods, Canopillogger, Capazeta, Carbon Neutral, Cattler, Ceres Demeter, Circular, Clarion, Climate Sense, Control Campo, Culti, Cuthill Agro, Daiana, Dale Vaquita, De Campo a Campo, DeepAgro, Deltec, Agrohubs, Diagramma, Digirotdeo, DroneScope, DVL Satelital, Dymaxion Labs, EcoDrip, Ecolysium, Edra, Eirú, Eiwa, El Ojo del Amo, Elementa Foods, E-levec, Elytron Biotech, E-Mat, Enbaca, Ergo Bioscience, Exiria Biotech, Fauno, FeedVax, FieldData, Finca, Snacky, Flashagro, Food4You, Forbio, Frizata, Gbot, GenGanar, Genofeed, Geoagris, GeoAgro, Geosistemas, Gisworking, Glimax, Greenbond Meter, Growcast, HaciendaGo, Hedgit, Hiamet, Hidromotic Ingeniería, Hi-Terra, Huella Software, Humber, IDanimal, Identag, Ikai Foods, Im Packing, Inbioar, Indegap, Infira, Inmet, Innova Space, Inova Biotech, Integra Labs, Inteliagro, Kan Territory & IT, Keclon, Kigüi, Kilimo, Kresko RNAtch, KumenAgro, Kuna, La Rotonda, LandToken, Laurus, Leaf Agrotronic, Lievrex, Limay Biosciences, Loopfarms, M4Life, Magno, Magoya, Mercado Agrario, Michroma, Microvidas, MKL Agro, Modo Agrario, Mom Science of Nature, Morfit, Mosquito Feed Co, Muu Mercado Digital Ganadero, Mycorium Biotech, Nandi, Nanocuantica, NanoInGreen, NanoJump Bio, Nanotek, Nanotica, Nat4Bio, Nativas, Navira Biotec, Nera, NFM Agrosoluciones, Nilus, Nogyo, Nucomex, Nunatak, Nutrixya, Ñandú, Octamer, OkaraTech, Omixon, Origino, Pacta, Pampe.ro, Pastech, PhotoGeniX, Physis Agro, Pinta Libre, Plantium, Pliot, Ponce, PreSeeds, Procens, Protergium, Puma, Puna Bio, Qira, Qumir Nano, Ragiant, Raíces Group, Rastro Agropecuario, Rastros, Reductane, Resseract, Riante, Ruuts, SaiLO, Satellites On Fire, Satellogic, ScanTerra, Seed Matriz, Sembrala, Semion, Sendevo Software, Sensify, Siclo Rural, Siembro, Silcheck, SiloPapa, SiloReal, Sima, SmallData, Smartium, Smg Ronin, Soluciones Integrales de Ingeniería y Desarrollo, Somosfit, Summabio, Sylvarum, Syocin, Taxon, Tecnocientífica, Telegranel, The Carbon Sink, The Food Market, Tomorrow Foods, Tokinar, Tracestory, Treeeco, Tufud, UCO Drone, Ucrop.it, Uniagro Soft, Unibaio, UrsulaGIS, Verion Agricultura, Vertrev, Vexxel, Vistaguay, Vosqe, Wiagro, Wincampo, Wymaq, Yield Data, Zavia Bio, ZoomAgri, Zoovet.

Anexo 2: Clasificación de las startups AgriFoodTech argentinas según Mac Clay et al. (2024).

Etapa		Sector		Solución		Detalles	
Upstream	67,17%	Insumos agrícolas	59,25%	Agricultura de precisión, agricultura inteligente y robótica agrícola	41,13%	Recolección de datos, imágenes e información a nivel explotación agrícola	13,21%
						Agricultura de precisión	4,91%
						Robótica agrícola	1,13%
						Asesoramiento digital	6,42%
						Software de gestión agrícola	10,94%
				Tecnologías de precisión para ganadería	4,53%		
				Insumos biológicos y otras soluciones	12,45%	Insumos biológicos	9,06%
						Agronanotecnología	2,26%
						Otras soluciones	1,13%
				Biotecnología para plantas, animales y alimentos	5,66%	Edición génica	0,38%
		Nuevos rasgos genéticamente modificados	1,13%				
		Servicios generales de biotecnología	2,26%				
		Genética animal	0,38%				
		Modos alternativos de producción agrícola	7,92%	Modos alternativos de producción agrícola	7,92%	Productos farmacéuticos	1,51%
						Soluciones de entornos controlados	3,02%
Soluciones basadas en la naturaleza	4,15%						
Producciones alternativas	0,75%						
Midstream	2,26%	Procesamiento y empaquetado de alimentos	2,26%	Proteínas e ingredientes alimenticios de laboratorio	2,26%	Alimentos cultivados en laboratorio	1,51%
						Proteínas de origen vegetal	0,38%
						Tecnologías moleculares	0,38%
						Otras herramientas de ciencia alimentaria basada en laboratorio	-
Downstream	13,96%	Venta y entrega de alimentos	9,06%	Soluciones de comercio electrónico y entrega	9,06%	Plataformas de comercio electrónico	1,13%
						Intermediarios y soluciones de entrega	-
						Mercados digitales de agronegocios	7,17%
						Aplicaciones que conectan productores con compradores y consumidores finales	0,75%
		Servicios de alimentos	0,75%	Servicio digital de alimentos	0,75%	Tecnologías para restaurantes	0,38%
						Redes sociales alimentarias	0,38%
						Alimentos personalizados	-
		Consumo final	4,15%	Alimentos funcionales y saludables	4,15%	Tecnologías de cocina y utensilios	-
						Alimentos funcionales	1,51%
						Ingredientes saludables y alternativos para alimentos	1,89%
Transversales a la cadena de valor	16,60%	Logística y trazabilidad	6,79%	Soluciones logísticas, de seguridad alimentaria y de trazabilidad	6,79%	Nutrición de precisión	0,75%
						Soluciones de almacenamiento	0,75%
						Soluciones de transporte y flete	1,89%
						Tecnologías para la seguridad alimentaria y preservación de alimentos	0,38%
						Trazabilidad y seguimientos	2,26%
						Información alimentaria	1,51%
						Soluciones en tiendas para supermercados y almacenes	-
		Soluciones digitalizadas de cumplimiento	-				
		Servicios financieros	6,04%	Soluciones financieras para alimentos y agricultura	6,04%	Servicios de pago digital	2,26%
						Soluciones <i>fintech</i>	3,77%
						Soluciones microfinancieras para productores	-
		Pérdidas de alimentos y residuos / Gestión de desperdicios	3,77%	Reducción de desperdicios y usos en cascada	3,77%	Uso en cascada de residuos agrícolas e industriales	2,64%
						Reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos	0,75%
Tecnologías de empaquetado	0,38%						